T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MERİÇ-ERGENE HAVZASI'NDAKİ ÇELTİK TARLALARININ BENTİK MAKROOMURGASIZ FAUNASININ İNCELENMESİ VE EKOLOJİK RİSK ANALİZİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

GAZEL BURCU AYDIN

DOKTORA TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: PROF. DR. BELGİN ELİPEK

EDİRNE-2019

GAZEL BURCU AYDIN'ın hazırladığı "MERİÇ-ERGENE HAVZASI'NDAKİ ÇELTİK TARLALARININ BENTİK MAKROOMURGASIZ FAUNASININ İNCELENMESİ VE EKOLOJİK RİSK ANALİZİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Biyoloji Anabilim Dalında bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:	İmza
Prof. Dr. Belgin ELİPEK	
Prof. Dr. Hüseyin GÜHER	
Doç. Dr. Murat TÜRKYILMAZ	
Prof. Dr. Naime ARSLAN	
Prof. Dr. Herdem ASLAN	

Tez Savunma Tarihi: 06.05.2019

Bu tezin Doktora tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Prof. Dr. Belgin ELİPEK

Tez Danışmanı



Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Murat YURTCAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI DOKTORA PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



06/ 05 / 2019

Gazel Burcu AYDIN

Doktora Tezi

Meriç-Ergene Havzası'ndaki Çeltik Tarlalarının Bentik Makroomurgasız Faunasının İncelenmesi ve Ekolojik Risk Analizinin Değerlendirilmesi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışma, Meriç-Ergene Havzası'nda yer alan çeltik tarlalarındaki bentik makroomurgasız faunasının incelenmesi ve dağılımlarında etkili olabilecek bazı çevresel faktörlerin araştırılması amacıyla gerçekleştirildi. Bu amaç doğrultusunda, Mayıs-Eylül 2016 ile Mayıs-Eylül 2017 tarihleri arasında 2 kültivasyon sezonu boyunca, bölgedeki çeltik alanlarındaki 38 ana lokalitede genel bentoz örneklemeleri yapılırken, bunlardan farklı su kaynaklarıyla beslenme durumları göz önüne alınarak belirlenen toplam 8 istasyondan da mevsimsel periyotlarla su ve sediment örneklemeleri yapıldı.

Çalışma alanında, bentik makroomurgasız gruplara ait 5 filum, 8 klasis, 8 ordo, 30 familya ve 61 tür olmak üzere toplam 77 takson belirlenirken, 2 kültivasyon sezonu boyunca yapılan genel örneklemelerde 66 taksona, seçilen istasyonlarda mevsimsel olarak yapılan alan örneklemelerinde ise 55 taksona rastlandı. Çalışma alanında m^2'de ortalama 6635 birey tespit edilmiş olup, Shannon-Wiener çeşitlilik indeksine göre örnekleme istasyonlarının tür çeşitliliğinin H'=0,94 ile H'=1,234 arasında seyrettiği ve istasyonlar arasında önemli bir farkın olmadığı belirlenirken, içerdikleri bentik makroomurgasız tür ve m^2'deki sayıları ile fizikokimyasal özellikleri açısından

benzerlik durumları Bray-Curtis indeksiyle karşılaştırıldı. Ayrıca, çalışma alanında ekolojik risk oluşturabilecek olan antropojenik etkilerden pestisit uygulamaları ve bazı ağır metallerin tespiti için de örneklemeler yapıldı. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler Spearman Korelasyon İndeksi, Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (PERİ), ve Biyolojik Risk İndeksi (BRİ)'nden de yararlanılarak hipotetik ekolojik risk analizi oluşturulmasında ve değerlendirilmesinde kullanıldı.

Çalışmanın sonunda, Meriç-Ergene Havzası'nda yer alan ve bentik makroomurgasız grupları açısından da önemli bir habitat oluşturduğu için sulak alan statüsünde kabul edilen çeltik tarlalarının, bölgedeki biyolojik çeşitliliğin korunmasında önemli ekosistemler oldukları vurgulanırken, alandaki en büyük ekolojik riskin antropojenik kökenli uygulamalardan kaynaklandığı tespit edildi. Ayrıca, söz konusu alanlardan hem ekolojik hem de ekonomik anlamda uzun vadeli yararlanılabilmesi ve sürdürülebilir kullanımlarının sağlanabilmesi açısından bazı önerilerde de bulunuldu.

Yıl : 2019

Sayfa Sayısı : 165

Anahtar Kelimeler : Bentik makromurgasızlar, fizikokimyasal özellikler, ekolojik risk, fauna, Meriç-Ergene Havzası, çeltik tarlaları.

Doctoral Thesis

Investigation of Benthic Macroinvertebrate Fauna of Meriç-Ergene River Basin and Evaluation of Ecological Risk Analysis

Trakya University Institute of Natural Sciences

Biology Department

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the benthic macroinvertebrate fauna in the paddy fields in the Meriç-Ergene Basin and to investigate some environmental factors that may be effective in their distribution. For this purpose, between May-September 2016 and May-September 2017, during the 2 cultivation season, while general benthos sampling was carried out in 38 main localities in paddy fields in the region, also water and sediment samples were collected from 8 stations which chosen according to different spring in seasonal periods.

In the study area, a total of 77 taxa were determined including 5 phylum, 8 classes, 8 order, 30 families and 61 species belonging to the benthic macroinvertebrate groups, while in the general sampling which sampled during the 2 cultivation season there were 66 taxa and in the sample sampling which sampled in seasonal periods 55 taxa. In the field of study, an average of 6635 individuals was identified in the m^2. In the evaluation made according to the Shannon-Wiener diversity index, the species diversity of the sampling stations was between H'= 0.94 and H'= 1.234, and there was no significant difference between the stations. The benthic macroinvertebrate species and the numbers in m^2 and the similarity in terms of their physicochemical properties status were compared with the Bray-Curtis index.

In addition, sampling was carried out for the determination of some heavy metals and pesticide applications from the anthropogenic effects which may cause ecological risk in the study area. The data obtained from the analysis results were used to create and evaluate hypothetical ecological risk analysis using Spearman Correlation Index, Potential Ecological Risk Index (PERI), and Biological Risk Index (BRI).

At the end of the study, it was determined that paddy fields, which are accepted as wetlands, are important ecosystems in the conservation of biodiversity since they constitute an important habitat in the Meriç-Ergene Basin and also constitute an important habitat for the benthic macroinvertebrate groups. In addition, some suggestions were made in terms of long-term utilization and sustainable use of these areas both ecologically and economically.

Year : 2019

Number of Pages : 165

Keywords : Benthic macroinvertebrates, physicochemical features, ecological risk, fauna, Meriç-Ergene River Basin, paddy fields.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca her türlü desteğini gördüğüm, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli danışman hocam Prof.Dr. Belgin ELİPEK'e (Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Anabilim Dalı),

Tez aşamam süresince bilgi ve desteklerini esirgemeyen, tez izleme komitesinde yer alan değerli hocalarım Prof.Dr. Hüseyin GÜHER (Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Anabilim Dalı) ve Doç.Dr. Murat TÜRKYILMAZ'a (Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Anorganik Kimya Anabilim Dalı),

Örneklerin teşhisleri sırasında engin bilgilerini ve desteklerini esirgemeyen sevgili hocalarım Prof.Dr. Nurten HACET (Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji Anabilim Dalı), Prof.Dr. Meral FENT (Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji Anabilim Dalı) ve Doç.Dr. Deniz Anıl ODABAŞI'na (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, İç Sular Biyolojisi Anabilim Dalı), ağır metal analizlerinin yapılmasında desteklerini esirgemeyen değerli hocam Prof.Dr. Gülay ŞEREN'e (Trakya Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bilimleri Bölümü, Analitik Kimya Anabilim Dalı), istatistiksel verilerin analizinde yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof.Dr. Necdet SÜT'e (Trakya Üniversitesi, Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı) ve risk analizlerinin yapılmasında yardımlarını gördüğüm değerli hocalarım Doç.Dr. Cem TOKATLI'ya (Trakya Üniversitesi, İpsala Meslek Yüksekokulu) ve Doç.Dr. Mehmet SEZGİN'e (Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Uygulamalı Matematik Anabilim Dalı),

Pestisit analizlerinin yapıldığı Trakya Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne (TÜTAGEM),

Her daim desteklerini hissettiğim değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Dr. Deniz AKSOY'a ve Doç. Dr. Volkan AKSOY'a; Trakya Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nün tüm değerli öğretim elemanlarına,

Arazi çalışmalarım sırasında beni yalnız bırakmayan ve her zaman bana destek olan değerli eşim Mehmet Kaya AYDIN'a, varlığı ile hayatımı güzelleştiren biricik kızım Zeynep AYDIN'a, bugünlere gelmemi sağlayan sevgili annem ve babam Songül GÜLTEKİN ve Abdullah GÜLTEKİN ile değerli kardeşlerim Burçin GÜLTEKİN ve Halil İbrahim GÜLTEKİN'e, teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET…….…….. i

ABSTRACT……. iii

TEŞEKKÜR……. v

İÇİNDEKİLER……..... vii

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ……..……..……. ix

ŞEKİLLER DİZİNİ……..……..…… xii

ÇİZELGELER DİZİNİ…….....…….…… xvi

BÖLÜM 1: GİRİŞ……..……..... 1

BÖLÜM 2: KAYNAK ARAŞTIRMASI……...…… 10

BÖLÜM 3: MATERYAL VE METOT…..……...…… 23

3.1. Çalışma Yerinin Tanımı ……..……..… 24

3.2. Arazi Çalışmaları ……..… 26

3.3. Laboratuvar Çalışmaları …… 36

3.3.1. Bentik Makroomurgasızların Kalitatif Analizlerine Ait Laboratuvar Çalışmaları ……... 36

3.3.2. Bentik Makroomurgasızların Kantitatif Analizlere Ait Laboratuvar Çalışmaları ……... 37

3.3.3. Fizikokimyasal Analizlere Ait Laboratuvar Çalışmaları ……...…… 38

3.3.4. Ağır Metal ve Pestisit Analizlerine Ait Laboratuvar Çalışmaları …….. 38

3.4. Verilerin Değerlendirilmesinde Kullanılan İndekslere Ait Çalışmalar ……. 40

BÖLÜM 4: BULGULAR .....……. 46

4.1. Bentik Makroomurgasızlara Ait Kalitatif Bulgular …….……. 46

4.2. Bentik Makroomurgasızlara Ait Kantitatif Bulgular …… 53

4.2.1. Artezyen Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Bentik Makroomurgasızlara Ait Kantitatif Bulgular ……..……. 60

4.2.2. Meriç Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Bentik Makroomurgasızlara Ait Kantitatif Bulgular ……..……. 64
4.2.3. Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Bentik Makroomurgasızlara Ait Kantitatif Bulgular ……..…… 68
4.2.4. Meriç-Ergene Nehri Suları ile Beslenen İstasyonlarda Bentik Makroomurgasızlara Ait Kantitatif Bulgular ……... 72
4.3. Fizikokimyasal Özelliklere Ait Bulgular ……. 76
4.3.1. Artezyen Suyu ile Beslenen İstasyonlara Ait Fizikokimyasal Bulgular …… 80
4.3.2. Meriç Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlara Ait Fizikokimyasal Bulgular ….. 82
4.3.3. Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlara Ait Fizikokimyasal Bulgular …. 84
4.3.4. Meriç-Ergene Nehri Suyu Karışımı ile Beslenen İstasyonlara Ait Fizikokimyasal Bulgular …….. 86
4.3.5. Ağır Metallere Ait Bulgular …….. 88
4.3.6. Pestisitlere Ait Bulgular …… 91
4.4. İndekslere Ait Sonuçlar ……. 93
4.4.1. Bentik Makroomurgasızlara Ait İndeks Sonuçları ……. 93
4.4.2. Fizikokimyasal Özelliklere Ait İndeks Sonuçları ….……. 101
4.4.3. Ağır Metallere Ait İndeks Sonuçları ……..... 106
4.4.4. Bentik Makroomurgasız Dağılımları ve Fizikokimyasal İçeriklerin Korelasyonlarına Ait İndeks Sonuçları ...…….…… 117
BÖLÜM 5: TARTIŞMA VE SONUÇ……...……. 120
BÖLÜM 6: KAYNAKLAR ……...…… 152
ÖZGEÇMİŞ…….…… 164
TEZ ÖĞRENCİSİNE AİT TEZ İLE İLGİLİ BİLİMSEL FAALİYETLER ….. 165

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	: Yüzde
∑	: Toplam Sembolü
&	: Ve Bağlacı
-	: Eksi İşareti
+	: Artı İşareti
<	: Küçüktür İşareti
>	: Büyüktür İşareti
±	: Eksiği veya Fazlası İşareti
µg	: Mikrogram
µS	: Mikrosimens
‰	: Binde
Ca^{+2}	: Kalsiyum
cc	: Santimetreküp
Cd	: Kadmiyum
cm^2	: Santimetrekare
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
FSº	: Fransız Sertlik Derecesi
g	: Gram
H’	: Shannon Wiener H İndeksi
HCl	: Hidroklorik Asit
$HClO_4$	: Perklorik Asit
HNO_3	: Nitrik Asit

K : Potasyum

km : Kilometre

km^2 : Kilometrekare

L : Litre

m^2 : Metrekare

mg : Miligram

Mg^{+2} : Magnezyum

mL : Mililitre

mm : Milimetre

Mn : Mangan

Ni : Nikel

NO_2-N : Nitrit Azotu

NO_3-N : Nitrat Azotu

ºC : Santigrat Derece

p : İstatistiksel Güven Aralığı

Pb : Kurşun

PO_4^{-3} : Fosfat

ppm : Milyonda Bir

r/rho : Korelasyon Katsayısı

SO_4^{-2} : Sülfat

X : Çarpma İşareti

Zn : Çinko

Kısaltmalar

A	: Artezyen Suyu İle Beslenen İstasyon
BRİ	: Biyolojik Risk İndeksi
CF	: Kirlilik Faktörleri
ÇO	: Çözünmüş Oksijen
E	: Ergene Nehri Suyu İle Beslenen İstasyon
Eİ	: Elektrik İletkenliği
ERM	: Orta Etki Aralık Değerleri
Gnl Ort	: Genel Ortalama
Lok	: Lokalite
M	: Meriç Nehri Suyu İle Beslenen İstasyon
mERM-Q	: Çoklu Metal Kirliliği Olası Etki Katsayısı
ME	: Meriç+Ergene Nehirleri Suyu İle Beslenen İstasyon
Ort	: Ortalama
PERİ	: Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi
PLI	: Kirlilik Yük İndeksi
QUECHERS	: Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe Yöntemi
Sed	: Sediment
Sıc	: Sıcaklık
Std	: Standart Sapma
TDS	: Toplam Çözünmüş Madde
TKKY	: Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
TS	: Toplam Sertlik
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜTAGEM	: Trakya Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi
USEPA	: United States Environmental Protection Agency
YSKKY	: Yerüstü Su Kalitesi Kontrol Yönetmeliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çeltik Üretim Siklusunda Sucul Safhaya Ait Bir Görüntü ……..…….. 3
Şekil 1.2. Çeltik Üretim Siklusunda Yarı-sucul Safhaya Ait Bir Görüntü 4
Şekil 1.3. Çeltik Üretim Siklusunda Kuru Safhaya Ait Bir Görüntü ..……. 4
Şekil 1.4. Meriç-Ergene Havzası'nda Bulunan Organize Sanayi Bölgeleri …..…… 8
Şekil 2.1. TÜİK 2017 Verilerine Göre Ülkemizde Çeltik Tarımı Yapılan Alanların İl Bazında Gösterilmesi …… 12
Şekil 3.1. Ülkemizdeki Meriç-Ergene Havzası'nın Dahil Olduğu Nehir Havza Sisteminin Kapladığı Alan ……... 25
Şekil 3.2. Meriç-Ergene Havzası'nda Bentoz Örneklemesi Yapılan Lokaliteler…… 27
Şekil 3.3. Sulama Suyu Kaynağına Göre Örnekleme Yapılan İstasyonlar.. …… 30
Şekil 3.4. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen A1 İstasyonuna (artezyen suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü …… 32
Şekil 3.5. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen A2 İstasyonuna (artezyen suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü ……..……... 32
Şekil 3.6. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen M1 İstasyonuna (Meriç Nehri suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü ……..... 33
Şekil 3.7. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen M2 İstasyonuna (Meriç Nehri suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü ……..... 33
Şekil 3.8. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen E1 İstasyonuna (Ergene Nehri suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü...…… 34
Şekil 3.9. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen E2 İstasyonuna (Ergene Nehri suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü ……..……...…… 34
Şekil 3.10. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen ME1 İstasyonuna (Meriç-Ergene Nehri suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü …… 35

Şekil 3.11. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen ME2 İstasyonuna (Meriç-Ergene Nehri suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü …… 35
Şekil 4.1. Tespit Edilen Taksonların Grup Bazında Oranları …..…… 52
Şekil 4.2. Örnekleme İstasyonlarından Kaydedilen Bentik Gruplara Ait Grafikler … 54
Şekil 4.3. Örnekleme İstasyonlarından Kaydedilen Bentik Gruplara Ait Grafikler … 57
Şekil 4.4. Artezyen Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Kaydedilen Gruplara Ait Grafikler …… 61
Şekil 4.5. Meriç Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Kaydedilen Gruplara Ait Grafikler ……...…… 65
Şekil 4.6. Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Kaydedilen Gruplara Ait Grafikler ……..... 69
Şekil 4.7. Meriç-Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Kaydedilen Gruplara Ait Grafikler …… 73
Şekil 4.8. Örnekleme İstasyonlarında Ölçülen Fizikokimyasal Faktörlerin 2016 ve 2017 Yıllarına Göre Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması 78
Şekil 4.9. Örnekleme İstasyonlarından Ölçülen Besin Tuzlarının 2016 ve 2017 Yıllarına Göre Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması …….. 79
Şekil 4.10. Örnekleme İstasyonlarından Alınan Su ve Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Oranları …….. 90
Şekil 4.11. Örnekleme İstasyonlarından Tespit Edilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarına Ait Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeks Sonuçları …… 93
Şekil 4.12. Örnekleme İstasyonlarının Bentik Makroomurgasızlar Açısından Benzerlik Durum Dendrogramı ……...……...…….. 94
Şekil 4.13. Örnekleme İstasyonlarının Bentik Makroomurgasızlar Açısından CA ve PCA İndeks Sonuçları ……..…… 95
Şekil 4.14. 2016 ve 2017 Yılı Kültivasyon Sezonunda Tespit Edilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının Mevsimlere Göre Bray-Curtis Benzerlik Dendogramları 96
Şekil 4.15. Örnekleme İstasyonlarının Oligochaeta Grubuna Ait Bireyler Açısından Benzerlik Durumları ve Shannon Wiener İndeks Değerleri …… 97

Şekil 4.16. Örnekleme İstasyonlarının Chironomidae Grubuna Ait Bireyler Açısından Benzerlik Durumları ve Shannon Wiener İndeks Değerleri …… 98
Şekil 4.17. Örnekleme İstasyonlarının Diğer Insecta Grubuna Ait Bireyler Açısından Benzerlik Durumları ve Shannon Wiener İndeks Değerleri …… 99
Şekil 4.18. Örnekleme İstasyonlarının Diğer Taksonlar Grubuna Ait Bireyler Açısından Benzerlik Durumları ve Shannon Wiener İndeks Değerleri …… 100
Şekil 4.19. Örnekleme İstasyonlarında Ölçülen Fizikokimyasal Özelliklerin İstasyonlara Göre Benzerlik Dendogramları …… 101
Şekil 4.20. Örnekleme İstasyonlarında Ölçülen Fizikokimyasal Özelliklerin Ortalama Değerlerinin CA ve PCA Sonuçları ……. 102
Şekil 4.21. 2016 ve 2017 Yılı Kültivasyon Sezonunda Ölçülen Fizikokimyasal Faktörlerin Mevsimsel Olarak Benzerlik Dendogramları ……..... 103
Şekil 4.22. Örnekleme İstasyonlarının Besin Tuzları ve Diğer Fizikokimyasal Özellikler Açısından Benzerlik Dendogramları …… 105
Şekil 4.23. Su Örneklerindeki Ağır Metal İçeriklerinin Benzerlik Dendogramları …. 107
Şekil 4.24. İlkbahar Mevsiminde Su Örneklerinden Ölçülen Ağır Metal İçeriklerinin CA ve PCA İndeks Sonuçları ……... 108
Şekil 4.25. Sonbahar Mevsiminde Su Örneklerinden Ölçülen Ağır Metal İçeriklerinin CA ve PCA İndeks Sonuçları …….. 109
Şekil 4.26. Sediment Örneklerindeki Ağır Metal İçeriklerinin Benzerlik Dendogramları …….. 111
Şekil 4.27. İlkbahar Mevsiminde Sediment Örneklerinden Ölçülen Ağır Metal İçeriklerinin İstasyonlara Göre CA ve PCA İndeks Sonuçları ……. 112
Şekil 4.28. Sonbahar Mevsiminde Sediment Örneklerinden Ölçülen Ağır Metal İçeriklerinin İstasyonlara Göre CA ve PCA İndeks Sonuçları ……. 113
Şekil 4.29. Örnekleme İstasyonlarına Ait Multinomial Potansiyel Ekolojik Risk İndeks Grafiği (PERİ) …….. 115
Şekil 4.30. Örnekleme İstasyonlarına Ait Multinomial Biyolojik Risk İndeks Grafiği (BRİ) …… 116
Şekil 5.1. 2016 ve 2017 Yılı Kültivasyon Dönemlerinde İstasyonlardaki Ortalama Su Sıcaklıklarında Gözlenen Değişimler ……. 127

Şekil 5.2. 2016 ve 2017 Yılı Kültivasyon Dönemlerinde Ortalama Sıcaklığın ve m^2'deki Birey Sayılarının Mevsimsel Değişimi ……..... 128
Şekil 5.3. Çalışma Alanında Belirlenen Bentik Makroomurgasızların Mevsimsel Çıkış Sıraları ……. 130

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Genel Bentoz Örneklemesi İçin Belirlenen Ana Lokaliteler ve Sulama Suyu Kaynakları ……... 28

Çizelge 3.2. Sulama Suyu Kaynağına Göre Belirlenmiş 8 Örnekleme İstasyonu ….. 31

Çizelge 3.3. İncelenen Ağır Metallerin Referans Değerleri (C^i_n), Toksisite Katsayısı (T^i_r), Orta Etki Aralığı (ERM) Değerlerini Gösteren Çizelge …….. 43

Çizelge 3.4. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi ve Biyolojik Risk İndeksi Değerlendirme Skalası ……. 44

Çizelge 4.1. Meriç-Ergene Havzası'ndaki Çeltik Tarlalarında Rastlanan Bentik Makroomurgasızlar …….. 48

Çizelge 4.2. Örnekleme İstasyonlarından Kaydedilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının Mevsimsel Dağılımları ……..... 55

Çizelge 4.3. Örnekleme İstasyonlarından Kaydedilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının İstasyonlara Göre Dağılımları ……... 58

Çizelge 4.4. Artezyen Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Kaydedilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının Mevsimsel Dağılımları ……. 62

Çizelge 4.5. Meriç Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Kaydedilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının Mevsimsel Dağılımları ……. 66

Çizelge 4.6. Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Kaydedilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının Mevsimsel Dağılımları ……. 70

Çizelge 4.7. Meriç-Ergene Nehir Suları ile Beslenen İstasyonlardan Kaydedilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının Mevsimsel Dağılımları……... 74

Çizelge 4.8. Örnekleme İstasyonlarından Ölçülen Fizikokimyasal Faktörlerin İstasyonlara Göre Mevsimsel Ortalama Değerleri ……..... 77

Çizelge 4.9. Artezyen Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Ölçülen Fizikokimyasal Faktörlerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri …..……... 81
Çizelge 4.10. Meriç Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Ölçülen Fizikokimyasal Faktörlerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri …….. 83
Çizelge 4.11. Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Ölçülen Fizikokimyasal Faktörlerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri …..... 85
Çizelge 4.12. Meriç-Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Ölçülen Fizikokimyasal Faktörerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri …..…….. 87
Çizelge 4.13. Örnekleme İstasyonlarından Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Ölçülen Ağır Metal Konsantrasyonları …… 89
Çizelge 4.14. Örnekleme İstasyonlarından Alınan Su Örneklerinde Tespit Edilen Pestisitler ve Konsantrasyonları ……..... 92
Çizelge 4.15. Örnekleme İstasyonlarının Sedimentinde Ölçülen Ağır Metallere Ait Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi Sonuçları ……. 114
Çizelge 4.16. Örnekleme İstasyonlarına Ait Kirlilik Faktörleri (CF) ve Kirlilik İndeksi Verileri (PLI) …….……. 115
Çizelge 4.17. Örnekleme İstasyonlarına Ait Biyolojik Risk İndeksi Verileri …… 116
Çizelge 4.18. Bentik Makroomurgasızların Dağılımında Korelasyon Olduğu Saptanan Fizikokimyasal Ait Spearman's rho Sonuçları …...…….……. 119
Çizelge 5.1. Meriç-Ergene Havzası'nda Ölçülen Fizikokimyasal İçeriklerin Su Kalite Parametreleri Açısından Kalite Sınıfları ……... 135
Çizelge 5.2. Meriç-Ergene Havzası'nda Ölçülen Ağır Metal İçeriklerinin Su Kalite Parametreleri Açısından Kalite Sınıfları ……..... 141
Çizelge 5.3. Bentik Makroomurgasız Gruplar Üzerindeki Baskı Unsurlarının %95 Güven Aralığı Esas Alınarak Gruplandırılması ……... 145
Çizelge 5.4. Oluşturulan Hipotez Etki Matriksi ve Rölatif Değerleri …….. 146
Çizelge 5.5. Hipotetik Etki Matriksi Sonuçları …… 146

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Tüm canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için suya ihtiyaç duyarlar. Canlı yapıların sıvı bileşeni olan su, aynı zamanda sucul ekosistemde yaşayan canlılar için beslenme, üreme, barınma ortamı da sağlamaktadır. Dünyadaki tüm suların %3'lük kısmı tatlı su özelliğinde olup, yüzey suları olarak sınıflandırılan nehirler, göller, göletler, bataklıklar ve diğer sulak alanlar bu oranın sadece %0,3'lük kısmını oluştururlar (Hitt, Bonneau, Jayachandran & Marchetti, 2015).

Doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gel-git hareketinin çekilme döneminde 6 metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan bütün sular, bataklık ve sazlıklar sulak alanlar olarak tanımlanır (Kocataş, 1992). İnsanlar bu kaynaklardan sadece içme suyu amaçlı değil aynı zamanda tarımsal sulama, enerji üretimi, ulaşım, endüstriyel faaliyetler, atıkların bertaraf edilmesi, hayvansal ve bitkisel ürünlerin temini için de faydalanırlar (Combes, 2010). Tüm bu sucul ekosistemler, insanların yanı sıra içinde barındırdığı canlılar için de büyük öneme sahip ekosistemler olup, su baskını kontrolü, kıyı şeridini koruyarak fırtınaya engel olma, yeraltı sularını tekrar doldurma, suyu arıtma, biyoçeşitlilik rezervuarı, iklim değişikliklerinin etkisini azaltma gibi pek çok önemli işlevleri de karşılamaktadır (Blumenfeld, Lu, Christophersen & Coates, 2009; Sebastiá-Frasquet, Altur & Sanchis, 2014).

Dünyada farklı karakterlere sahip sulak alanların yaklaşık %15'inin pirinç tarımının yapıldığı çeltik tarlaları olduğu bildirilir (Islam, Heong, Catling & Kritani,

2012; Katano vd., 2003; Lawler, 2001; Leitao, Pinto, Pereira & Brito, 2007; Wilson, Watts & Stevens, 2008; Zalom, 1981). İnsan yapımı bu yarı-sucul alanların da, tıpkı diğer doğal geçici habitatlarda olduğu gibi, pek çok farklı türe ev sahipliği yapması ve onlara benzer bir ekolojik yapıya sahip olmaları nedeniyle "geçici sulak alanlar" statüsünde değerlendirilir (Hook, 1993; Roger, 1996).

Sulak alan olarak nitelendirilen bu çeltik tarlalarında, su içinde çimlenen ve kökleriyle sudaki çözünmüş oksijeni kullanarak büyüyen tek tahıl cinsi olan "çeltik" üretilir. Çok eski tarihlerden beri sıcak iklim koşullarında ve su ihtiyacının yeterince karşılandığı farklı ekolojik sistemlerde tarımı yapılmış olan çeltik, dünyada buğdaydan sonra en fazla tüketilen besin maddesidir. 5000 yıldan beri tarımı yapılan çeltiğin ilk olarak M.Ö. 3000'lerde Güney Hindistan'dan orjinlendiği, daha sonra M.Ö. 2000'lerde Çin'e yayıldığı, Avrupa'ya Büyük İskender tarafından M.Ö. 300 yıllarında getirildiği, ABD'de ise 17. yüzyılın sonlarında yetiştirilmeye başlandığı tahmin edilmektedir (Dogara & Jumare, 2014; Sandhu & Diwakar, 2014). Türkiye'de 500 yıllık bir tarihi olan çeltik tarımının Anadolu'ya 15. yüzyılda Mısır'dan getirilerek güneyden girdiği ve ilk ekimlerin 1750'de Tosya (Kastamonu) ilçesinde yapıldığı tahmin edilmektedir (Gül, 2003; Taşlıgil & Şahin, 2011; Toprak Mahsulleri Ofisi, 2016).

Buğdaygiller familyası (Poaceae)'nın üyesi olan çeltik, *Oryza* cinsine dahildir ve bu cinsin 22 yabanıl türü olmasına rağmen dünyada yaygın olarak *Oryza sativa* Linnaeus, 1723 (Asya çeltiği) ve *Oryza glaberrima* Steudel, 1855 (Afrika çeltiği) türlerinin kültürü yapılmaktadır (Dogara & Jumare, 2014; Sandhu & Diwakar, 2014). Ülkemizde de *Oryza sativa* türünün kültürü yapılmakla birlikte 45 çeltik çeşidi kültüre edilmiş olup, Osmancık çeşidi %70 gibi bir oranla en fazla ekimi yapılan kültür çeşididir (Toprak Mahsulleri Ofisi, 2016).

Çeltik, ekildiği zamandan hasat edileceği zamana kadar su içerisinde yetişen, ideal su sıcaklığının 25-30 ºC olmasına rağmen, gelişiminin her döneminde su sıcaklığının 12 ºC'nin altına düşmemesi gereken bir bitkidir. Coğrafik bölgenin iklimine bağlı olarak kültivasyon dönemi sayıları farklı olmasına rağmen, ülkemizde tek kültivasyon dönemi olan yaz aylarında çeltik suyu sıcaklık ortalaması yaklaşık 25 ºC'lerdedir. Ülkemizde, bölgenin iklim sıcaklığına bağlı olmakla beraber, genellikle

çeltik ekimine mayıs ayı ortalarında başlanır ve ekim ayı sonuna kadar hasadı yapılmış olur. Hasadı yapıldıktan sonra elde edilen çeltiğin, kavuz kısmı soyulunca kalan beyaz dane kısmına "pirinç" denir.

Çeltik üretim siklusunda kabaca 3 ana ekolojik safhadan söz edilebilir; sucul, yarı-sucul ve kuru safha (Şekil 1.1-1.3). Özellikle sucul ve yarı-sucul safhada aktif olarak yer alan bentik makroomurgasızlar, ekosistem karakterine bağlı olarak değişen habitat özellikleri nedeniyle hızlı bir süksesyonal yapı sergilerler ki bu da heterojen bir yapıya sahip biyoçeşitlilik oluşumuna katkı sağlar (Edirisinghe & Bambaradeniya, 2006).



Şekil 1.1. Çeltik Üretim Siklusunda Sucul Safhaya Ait Bir Görüntü



Şekil 1.2. Çeltik Üretim Siklusunda Yarı-sucul Safhaya Ait Bir Görüntü



Şekil 1.3. Çeltik Üretim Siklusunda Kuru Safhaya Ait Bir Görüntü

Özellikle son yıllarda biyolojik verimliliği konusunda dikkat çeken bu ekosistem tipi, tıpkı diğer sucul ekosistemlerde olduğu gibi dinamik bir yapıda olup, birincil üreticilerden başlayan bir besin zincirine sahiptir (Kim, Lee, & Jang, 2011). Bentik makroomurgasızlar ise başta diğer omurgasızlar olmak üzere balık, kurbağa ve kuşların temel besinini oluşturmaları sayesinde bu besin zincirinde önemli rol alarak ekosistemin devamlılığı için gereken temel öğelerden biridir (Epler, 2001). Besin zincirindeki görevlerinin yanı sıra, bentik makroomurgasızların ekosistemde farklı görevleri de bulunmaktadır. Örneğin bu gruba dahil olan gastropod ve bivalv gibi kabuklular, oligoketler ve sucul insektler, ekosistemin çamur kısmında oluklar açarak sedimentin havalanmasını, böylece makro (nitrojen, fosfor ve organik karbon gibi) ve mikro nutrientlerin (eser elementler) geri dönüşüm hızlarını biyotürbasyonla arttırırlar (Covich, Palmer & Crowl, 1999). Ayrıca, bulundukları sistemin ekolojik yapısı, biyolojik verimliliği ve su kalitesi hakkında önemli ipuçları veren biyolojik indikatörler olmaları da bentik omurgasızların ekosistemdeki önemini bir kat daha arttırmaktadır (Kenney, Sutton-Grier, Smitt & Gresens, 2009; Rizo-Patrón, Kumar, McCoy Coltonc, Springerd & Trama, 2013). Bu canlıların gözle görülebilecek kadar büyük olmaları, örnekleme ve teşhis metotlarının nispeten daha kolay olması, yaşam döngülerinin uzun olması ve çok aktif hareket edemedikleri için ortamdaki kirlenmeye tür ve populasyon bazında tepki veriyor olmaları gibi nedenler, onların biyoindikatör canlılar olarak tercih edilmelerinde en büyük etkenlerdir (Li, Zheng & Liu, 2010).

Tıpkı, diğer sucul ekosistemlerde olduğu gibi, çeltik tarlaları da gün ışığı, rüzgar, hava sıcaklığı ve yağış gibi pek çok çevresel koşulların etkisi altındadır. Bundan başka, çeltik tarlasının bulunduğu coğrafik bölge nedeniyle oluşan toprak yapısı ve iklimsel koşulların yanı sıra, tarımsal uygulamalar ve sulama suyu kalitesi başta olmak üzere maruz kaldığı antropojenik etkiler de alanın bentik makroomurgasız çeşitliliği üzerinde baskı yaratmaktadır (Molozzi, Hepp & Dias, 2007). Özellikle toplumsal kültüre göre değişen farklı tarımsal uygulamalar (farklı gübre, pestisit uygulamaları gibi), bentik makroomurgasız dinamiğini etkileyerek her bir sistemde farklı etkilerin gözlenmesine yol açar. Bu nedenle, dünyanın farklı bölgelerindeki çeltik tarlalarının bentik makroomurgasızları üzerine yapılmış araştırmalar bulunmasına rağmen, çeltik tarlalarının bulunduğu coğrafik konumun iklimsel koşulları ile alandaki antropojenik müdahaleler göz önüne alındığında, her bir çeltik

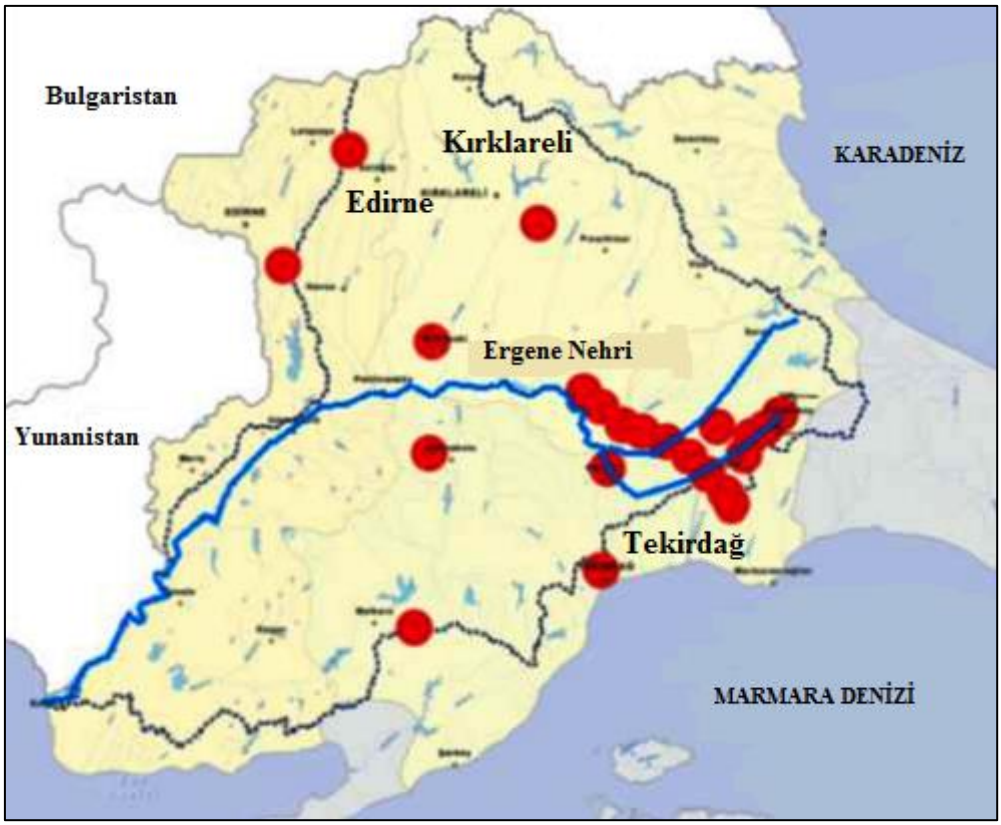
alanının kendine has karakterlerinin ve buna bağlı olarak gelişen biyoçeşitlilik yapısının olacağı unutulmamalıdır.

Çeltik alanlarında kullanılan sulama suyunun fizikokimyasal özellikleri, alanda yapılan antropojenik uygulamalara bağlı faktörler ve diğer edafik faktörler alanın biyolojik çeşitliliği üzerinde baskı oluşturan en önemli çevresel etkenler olarak değerlendirilebilir. Canlıların maruz kaldığı bu tarz baskı unsurlarının ekosistemler üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkilerin meydana gelme olasılığının değerlendirilmesi ise "ekolojik risk analizi" olarak tanımlanır (Erdoğan, 2012). Ekosistem yapısı üzerinde etkili olabilen kimyasal maddelerin mevcut süreçteki olumsuz etkileri çevresel risk faktörleri olarak değerlendirilirken; ekosistemin yapısının korunması ve uzun vadedeki sürdürülebilirliği üzerindeki muhtemel ve potansiyel baskıları ifade eden yaklaşımlar ise ekolojik risk faktörleri olarak daha kapsamlı bir bakış açısına sahiptir (Erdmenger, 1998). Bu nedenle, incelenen ekosistemde ekolojik risk analizini değerlendirebilmek için analiz kapsamına alınacak baskı unsurlarını (ekosistemin olumsuz olarak tepki verdiği herhangi bir kimyasal, fiziksel ve biyolojik unsur olabilir) belirlemek oldukça önemlidir (USEPA, 1998). Son yıllarda ekosistem bozulmalarına yol açan faktörlerin uzun vadedeki etkilerinin öngörülmesine ve buna karşı alınabilecek tedbirlerin belirlenmesi sayesinde ekosistemin sürdürülebilirliğinin sağlanması adına ekolojik risk değerlendirme analizleri yapılmaktadır (Elias vd., 2014; Frank, Anton, & Michel, 2011; Hakanson, 1980; Ilie vd., 2017; USEPA, 2005). Ekosistem üzerindeki toksik, sosyo-ekonomik, biyolojik, fiziksel ve kimyasal baskıları baz alarak geliştirilmiş ve böylece uzun süreçlere gerek kalmadan ekosistem üzerindeki potansiyel risklerin durumu hakkında değerlendirmenin yapabildiği pek çok risk analiz değerlendirmesine ülkemizde yapılan çalışmalarda da rastlanmaktadır (Çiçek, Tokatlı, & Köse, 2013; Kaya, Erginal, Çakır, Gazioğlu, & Erginal, 2017; Kutlu, 2018; Kükrer, 2016; Kükrer, 2017; Kükrer, 2018; Özşeker, Seyhan, & Eruz, 2016; Salihoğlu & Karaer, 2004; Sarı, Hallı & Kurt, 2016; Tokatlı, 2017; Tokatlı, Çiçek, & Köse, 2017). Sucul ekosistemlerde yapılan bu tip çalışmalarda farklı ekolojik risk analiz indeksleri kullanılmış olup, risk unsurları olarak fiziksel ve kimyasal baskılara ağırlık verildiği görülmektedir.

Çalışmada araştırma alanı olarak belirlenen Meriç-Ergene Havzası, 1973 yılından beri organize sanayi gelişimine açılmış ve her geçen gün sayısı artan sanayi

kuruluşlarıyla birlikte hızla yükselen nüfus artışına maruz kalmıştır (Kocaman, Koldere-Akın, & Oğuzhan, 2011; Sarı vd., 2016) (Şekil 1.4). Artan sanayi kuruluşlarının yol açtığı endüstrüyel atıklar, beraberinde getirdiği nüfusa bağlı olarak artan evsel atıkların havzadaki su kaynaklarına deşarjına yol açarak özellikle Ergene Nehri ve kollarında yüksek bir ağır metal kirliliğine sebep olduğu bildirilir (Gökdemir, 2006; Kocaman, Konukcu, Istanbulluoğlu & Albut, 2015; Sarı vd., 2016). Ayrıca, havzada pirinç üretimi başta olmak üzere, ayçiçeği, buğday, mısır, kanola gibi ürünlerin yetiştiriciliğine ait süregelen tarımsal faaliyetlerde gübre ve ilaç kullanımları da yapılmakta olup, bunların yüzeysel akışla birlikte yer üstü ve yeraltı su kaynaklarına ulaşması da söz konusudur (Arkoç, 2012; Şahin, Tunç, & Örs, 2011). YSKYY (2016)'ye göre, su kütlelerinin maruz kaldığı baskılar, aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Noktasal Baskılar (Su kütlesine direkt yapılan uygulamalar)
- Yayılı Baskılar (Başka bir alandaki uygulamaların akış yoluyla gelmesi)
- Hidromorfolojik Baskılar (Aşırı su çekimi)
- Diğer Önemli İnsan Faaliyetlerinden Kaynaklanan Baskılar (Endrüstriyel faaliyetler ve diğer antropojenik uygulamalar)



Şekil 1.4. Meriç-Ergene Havzası'nda Bulunan Organize Sanayi Bölgeleri (Ergene Havzası Koruma Eylem Planı, 2013)

Çeltik tarımı ülkemizde 53,4798 hektarlık çeltik ekim alanıyla en fazla Meriç-Ergene Havzası'nda yapılmakta olup, ülkemizin pirinç ihtiyacının yaklaşık yarısını karşılaması bakımından büyük önem arz etmektedir (Toprak Mahsulleri Ofisi, 2016). Doğal sulak alanlara benzer özellikler göstermesine rağmen, çeltik tarlaları antropojenik uygulamalardan kaynaklanan ekolojik baskılara daha fazla maruz kalmaktadır. Meriç-Ergene Havzası'nda endüstriyel alanlardan ve buna bağlı olarak artan nüfusa dayalı yerleşim alanlarından kaynaklı kirlilik yüklerinin havzadaki su kaynaklarına deşarjı ve bu suların tarımsal alanlarda kullanımlarının yanı sıra ürün miktarındaki artışı sağlamak amacıyla tarımsal uygulamalarda kullanılan pestisit ve gübreler, havzadaki çeltik ekim alanlarında bulunan ekosistemlerdeki canlıların ve bu alanların sürdürülebilir kullanımı üzerinde baskı oluşturabilecek en önemli ekolojik unsurlar olarak değerlendirilebilir. Çeltik alanlarındaki su kalitesi başta olmak üzere bazı pestisit/metallerin bentik makroomurgasızların yaşam alanı olan sedimentte

birikebilme özellikleri ve çeltik alanlarının tarımsal uygulama nedeni ile kuru faz dönemine geçiyor olmaları, bu tip sulak alanların bentik makroomurgasız çeşitliliğini şüphesiz ki etkileyecektir.

Ülkemizde, çeltik tarlalarını içeren çalışmalara baktığımızda, bu tip sulak alanların sedimentinde yer alan bentik makroomurgasızların genelde göz ardı edildiği, birim alandaki tür ve birey saysına dayalı değerlendirmelerine ait çalışmalar konusunda ülkemizde önemli bir literatür eksiği olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada, ülkemizin pirinç ihtiyacının oldukça önemli bir kısmını karşılayan Meriç-Ergene Havzası'nda yer alan çeltik tarlalarının bentik makroomurgasız faunasının incelenmesi ve bunların dağılımlarında etkili olabilecek bazı çevresel faktörlerin belirlenmesi hedeflendi. Çalışmanın neticesinde, pirinç tarımının yapıldığı çeltik alanlarının da önemli birer sucul ekosistem olduğu ve bu alanların da bentik makroomurgasızlar açısından araştırılmasının önemi vurgulanarak, Meriç-Ergene Havzası'ndaki çeltik tarımı yapılan alanlardaki ekosistemin sürdürülebilirliğini etkileyebilecek ekolojik risk unsurlarının değerlendirilmesi ve önerilerde bulunulması amaçlandı.

Bu amaç doğrultusunda yapılan bu araştırmayla; ülkemizin bentik makroomurgasız faunasına katkı sağlanması; alandaki bazı fizikokimyasal faktörlerin bentik makroomurgasız popülasyonları üzerindeki etkilerinin incelenmesi; elde edilecek makroomurgasız içerisindeki indikatör organizma gruplarının tespit edilerek ekosistemin değerlendirilmesi; belirlenecek olan verilerin ışığında potansiyel ekolojik risk unsurları öngörülerek, söz konusu ekosistemin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için alternatif uygulama önerilerilerinde bulunulması hedeflendi.

BÖLÜM 2

KAYNAK ARAŞTIRMASI

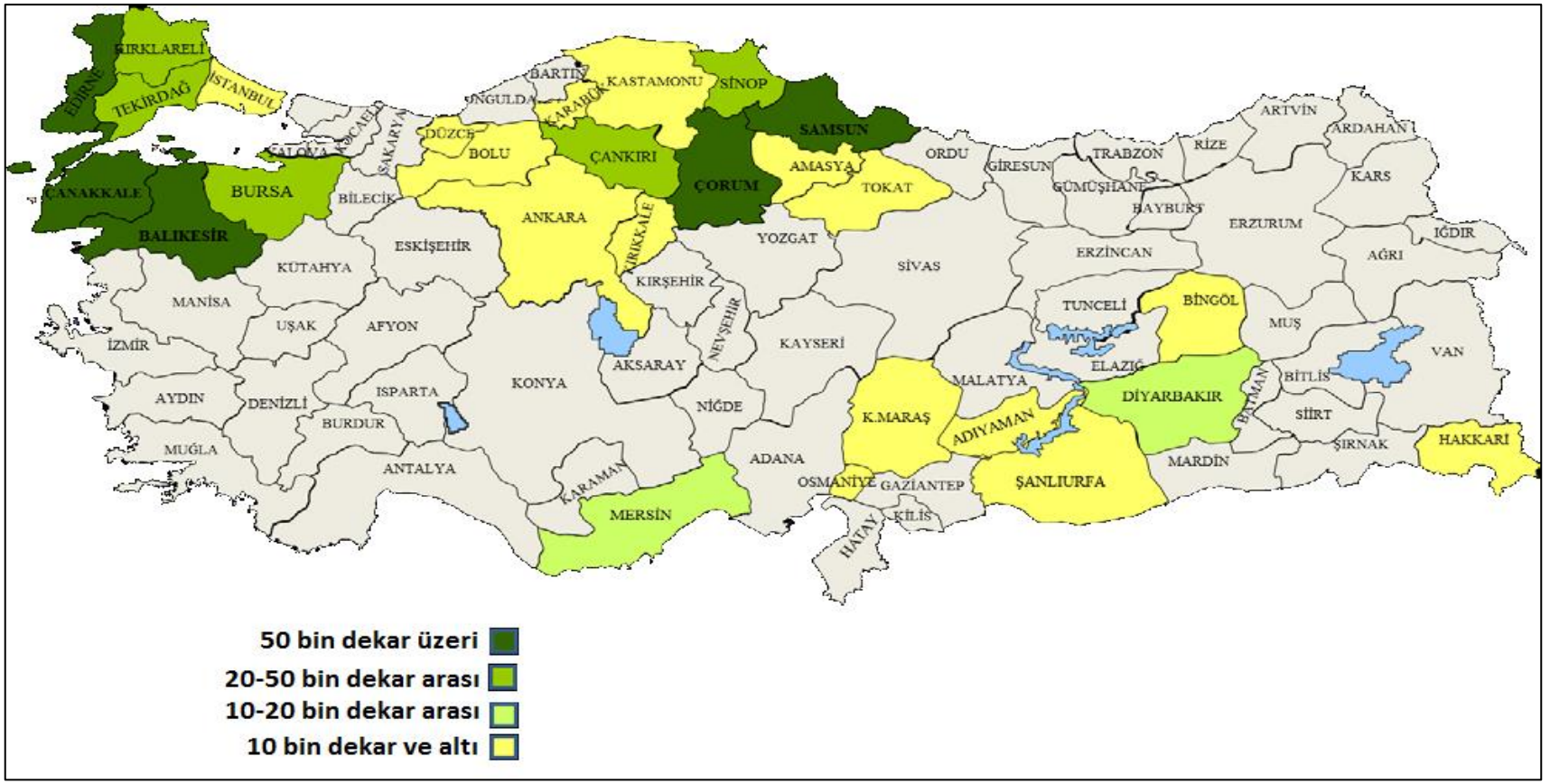
İnsanoğlu için büyük besinsel öneme sahip olan pirincin elde edilmesi amacıyla yapılan ve tarihi çok eskilere dayanan çeltik tarımına, su ihtiyacının yeterince karşılandığı ve uygun iklimsel koşullara sahip hemen her coğrafyada rastlanabilir. Antartika Kıtası hariç tüm kıtalarda çeltik ekim alanları bulunmakta olup, özellikle Çin ve Hindistan'ın dünyada pirinç üretiminin en fazla yapıldığı ülkeler olduğu bildirilir (Food and Agriculture Organization of the United Nation, 2011).

Çeltik tarımının yapıldığı tüm alanlar, sulu tarım arazisi olarak nitelendirilen ve ekolojik açıdan da geçici sulak alan statüsünde olan ekosistemlerdir. Çünkü çeltik tohumunun çimlenerek yetişmesi için tamamen suyun altında geçireceği kültivasyon döneminde bu tip tarımsal alanlar doğal olan sucul ekosistemlerin tüm özelliklerine sahiptirler (Hook, 1993; Roger, 1996). Yerkürede çeltik tarımının yapıldığı alanların tümü göz önüne alındığında, dünyadaki tüm sulak alanların yaklaşık %15'ini oluşturdukları ve ekolojik özellikleri sayesinde önemli bir biyoçeşitlilik potansiyeline sahip olduklarını söylenebilir (Islam, vd., 2012; Katano vd., 2003; Lawler, 2001; Leitao, vd., 2007; Wilson, vd., 2008).

Ülkemizde de besinsel ürün olarak büyük öneme sahip pirinç üretimi için yapılan çeltik tarımı, su kaynaklarının elverişli olduğu bölgelerimizde yoğun olarak gerçekleştirilmektedir. Çeltik tarımının yapılabilmesi için bölgede yeterli su

kaynağının bulunuyor olması dışında, toprak yapısının bol killi ve az kireçli olması, toprak işleme derinliğinin 0-20 cm arasında olması, ekilen alanın eğiminin az veya düze yakın olması, organik madde bakımından zengin olması ve elektriksel iletkenliğin ise düşük olması gerekmektedir (Dengiz, Gürsoy & Sağlam, 2017; Özşahin, 2016).

Tüm bu etkenler değerlendirildiğinde Türkiye'de bulunan 25 havzadan sadece Meriç-Ergene Havzası, Sakarya Havzası, Fırat-Dicle Havzası, Kızılırmak Havzası, Yeşilırmak Havzası, Doğu Akdeniz Havzası, Batı Karadeniz Havzası, Susurluk Havzası, Ceyhan Havzası ve Marmara Havzası'ndaki alanlar çeltik tarımına elverişlidir. En son verilere göre, 27 ilimizde toplam 116,056 hektar alanda çeltik tarımı yapılmış olup, Edirne ilinin %41 gibi bir oranla birinci sırada yer aldığı bildirilmiştir (Toprak Mahsulleri Ofisi, 2017). Bunu sırasıyla %14 oranıyla Samsun, %12 oranıyla Balıkesir, %9 oranıyla Çanakkale ve %6 oranıyla Çorum illeri takip etmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. TÜİK 2017 Verilerine Göre Ülkemizde Çeltik Tarımı Yapılan Alanların İl Bazında Gösterilmesi (2016 Yılı Hububat Raporu, 2016).

Dünyada sucul ekosistemlerde yapılan ekolojik, faunistik ve taksonomik çalışmalara çeltik alanlarının da dahil edildiği görülmektedir. Bu alanlarda yapılan çalışmaların en eski olanları genellikle tarladaki sulama suyunun içerdiği kimyasallar veya alanın tarımsal kalite açısından değerlendirildiği araştırmalar olmasına rağmen, son yıllarda bentik makroomurgasız faunasının araştırıldığı çalışmalar da hız kazanmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir:

İlk olarak, Japonya'daki sulak alanlarla ilgili bir çalışmada çeltik tarlalarının bentik faunası da incelenmiş ve toplamda 450 taksonun belirlendiği bildirilmiştir (Kobayashi, Noguchi, Hiwada, Kanayama & Maruoka, 1973).

Tayland'da yer alan çeltik tarlalarında, yapılan bir başka çalışmada ise, tek bir kültivasyon sezonunda protozoonlar hariç 183 zoobentik türün tespit edildiği bildirilmiştir (Heckman, 1979).

Bangladeş'te 1977-1980 yılları arasında 3 kültivasyon sezonu boyunca yapılan bir araştırmada, toplam 369 omurgasız takson kaydı verilmiştir (Catling, 1980).

Sri Lanka'daki çeltik tarlalarında 1 kültivasyon sezonu boyunca yapılan fauna ve flora belirleme çalışmasında, toplamda 77 omurgasız, 45 omurgalı ve 34 bitki türünün kaydedildiği ve omurgasızlara ait toplam 68 taksonun çeltiklerin sucul fazında elde edildiği bildirilmiştir (Bambaradeniya, Fonscka & Ambagahawatte, 1998).

Japonya'da sucul Hemiptera ve Coleoptera'ya ait bireylerin çeltik tarlalarında sezonluk görünme ve göç durumları araştırılmış ve çalışmada, nisan-kasım ayları arasında 6 çeltik tarlası ile tarlalara yakın bir sulama havuzundan örneklemelerde Hemiptera'ya ait 9 tür ve Coleoptera'ya ait 24 tür olmak üzere toplam 33 sucul tür kaydedilmiştir (Saijo, 2001).

2001 yılında Bangladeş'te bir çeltik tarlasında hasat sonrası eylül, ekim ve kasım ayları boyunca yapılan çalışmada Oligochaeta, Chironomidae ve Mollusca gruplarından toplamda 13 bentik makroomurgasız türünün tespit edildiği ve bunların sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, toplam alkalinite ve bulanıklık gibi çevresel parametrelerle olan ilişkilerinin incelendiği belirtilmiştir (Ali, Masudul, Salam, Rahman & Rahmatullah, 2003).

Fransa'da Rhone Havzası'nda chironomidlerin kontrolünde kullanılan bir insektisit olan fipronilin bentik makroomurgasızlar üzerine olan etkisini araştırmak için yapılan çalışmada bentik makroomurgasızlara ait toplam 40 adet familyanın kaydedildiği ve kullanılan insektisitin birey sayısında azalmaya neden olurken, familya çeşitliliğinde değişiklik yapmadığı bildirilmiştir (Mesléard, Garnero, Beck & Rosecchi, 2005).

Mısır'da 1 kültivasyon sezonu boyunca yapılan çalışmada 7 çeşit insektisitin çeltik tarlalarında yaşayan sucul ve yarı-sucul insektlere etkisi araştırılmış ve araştırma alanından toplam 35 türün tespit edildiği bildirilmiştir (Hendawy, Sherıf, Abadaand & EL-Habashy, 2005).

Brezilya'da 2007 yılında farklı uygulamalara maruz kalan ve farklı gelişme döneminde olan pirinçlerin bulunduğu 6 farklı çeltik tarlasından yapılan örnekleme sonucunda toplam 28 bentik omurgasız taksonunun belirlendiği ve dağılımlarında habitat kompozisyonunun etkili olduğu, ancak pirinç bitkisinin gelişme dönemlerinin direkt etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır (Molozzi vd., 2007).

Kore'deki çeltik tarlalarındaki fauna ve flora biyoçeşitliliğini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, 1997 yılından 2006 yılına kadar olan zaman süresince örnekleme yapılmış olup, toplamda 42 familyaya ait 172 sucul insekt türü bildirilmiştir (Han, Na & Bang, 2007).

Avustralya'da bentik makroomurgasızların dağılımına üç farklı kültüvasyon rejiminin etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir başka çalışmada ise (tarımsal kimyasalların kullanıldığı ve tohumların uçakla havadan ekildiği rejim, kimyasalların kullanıldığı ve tohumların makinelerle direkt ekildiği rejim ve kimyasal kullanılmadan tohumların direkt ekildiği organik rejim) bentik makroomurgasız çeşitlilikleri karşılaştırılmış ve toplamda 90 takson kaydedildiği bildirilerek farklı kültüvasyon rejimleri açısından organik rejimdeki bentik makroomurgasız çeşitliliğinin en fazla olduğu belirtilmiştir (Wilson vd., 2008).

Malezya'da 2 kültivasyon sezonu boyunca chironomid larvalarının dağılımları ve bollukları araştırılmış ve tespit edilen 5 tür içerisinden *Chironomus kiinesis* Tokunaga, 1936'in en yüksek bolluğa sahip olduğu ve bazı çevresel parametrelerin (su

seviyesi, iletkenlik, nitrat-nitrojen gibi) populasyon üzerine etkisinin zayıf olduğu bildirilmiştir (Al-Shami, Rawi, Nor & Ahmad, 2008).

Brezilya'daki çeltik tarlalarında farklı hidrolojik fazların makroomurgasızların devamlılığı üzerine etkisi araştırılmış (2 örnekleme tüm kültivasyon sezonu boyunca, 1 örnekleme toprak sürülmüş haldeyken, 2 örnekleme pirinçlerin gelişimi boyunca ve 1 örnekleme ise hasattan sonra olmak üzere 6 farklı örnekleme) ve 71 taksona ait 6425 birey tespit edilerek, farklı hidrolojik fazların makroomurgasız zenginliği ve yoğunluğundan ziyade kompozisyonunu etkilediği bildirilmiştir (Stenert, Roberta, Maltchik & Rocha, 2009). Söz konusu çalışmada ayrıca iletkenlik, nitrat, fosfor, sıcaklık, su derinliği ve sediment organik materyali gibi çevresel faktörler de ölçülerek çeltik tarlalarındaki makroomurgasızların devamlılığının önemi vurgulanmış ve doğal sulak alanların çeltik tarlalarına dönüştürülmesi önerisinde bulunulmuştur (Stenert vd., 2009).

Kore'deki organik ve geleneksel çeltik tarımının yapıldığı tarlalardaki bentik makroomurgasız biyoçeşitliliğini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, organik tarımın yapıldığı tarlalarda toplamda 22 familyaya ait 28 tür kaydedilirken, geleneksel tarımın yapıldığı tarlalarda ise 19 familyaya ait 25 tür kaydedilmiştir (Kim, Kim, Kim & Kang, 2009).

Brezilya'daki çeltik tarlalarının bir sonraki pirinç ekimine kadar 2 yıl boyunca susuz bırakılması şeklindeki uygulamanın sucul ve kuru fazlarda içerdiği sucul omurgasız zenginliği üzerine etkilerinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise, kuru fazdan sonra ilk sulu faza geçişte 40 takson sucul omurgasız tespit edildiği, kuru fazda bile bu tarlaların yumurta bankası gibi görev yaptığı ve kuru faz boyunca dirençli kalabilen yumurtalar için 2 yıllık kuru faz süresinin uzun olduğu ve bu nedenle biyoçeşitliliğin devamlılığı için bu sürenin kısaltılması gerektiği vurgulanmıştır (Stenert, Bacca, Ávila, Maltchik & Rocha, 2010).

Kore'deki çeltik tarlalarında bulunan ve predatör Coleoptera türlerinin dahil olduğu Hydrophilidae familyasına ait türlerin araştırıldığı çalışmada, 15 tür bildirilmiştir (Han vd., 2010).

Hindistan'da çeltik tarlalarındaki sucul biyoçeşitliliği belirlemek amacıyla 2 kültivasyon sezonu boyunca yapılan çalışmada plankton, nekton ve bentoz fauna

örneklemeleri yapılmış olup, toplamda belirlenen 88 taksonun 7 tanesinin bentik faunaya ait olduğu belirtilmiştir (Bahaar & Bhat, 2011).

Güney Kore'de bulunan çeltik tarlalarındaki sucul omurgasızlarının jeolojik dağılımını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, 2005, 2006 ve 2007 yıllarının haziran-ağustos ayları boyunca 284 çeltik tarlasından örnekleme yapılmış olup, toplamda 60 familyaya ait 114 tür kaydedilmiştir (Kim, Han, Nam, Kang & Kim, 2012).

Kosta Rika'da organik ve kimyasal uygulamalara maruz kalan 2 farklı rejime sahip çeltik tarlalarında 2 kültivasyon sezonu boyunca yapılan bir başka çalışmada ise, 41 familyaya ait toplam 66 makroomurgasız taksonu kaydedilmiştir (Rizo-Patrón vd., 2013). Ayrıca çalışmanın sonucunda herhangi bir kimyasal uygulanmayan, organik tarım olarak nitelendirilen alanlardaki biyoçeşitliliğin diğerinden daha fazla olduğu belirtilerek kimyasal uygulamalara maruz kalmamış tarlalarda Ephemeroptera'dan *Baetis* sp., *Fallceon* sp., *Leptohyphes* sp., *Tricorythodes* sp., *Farrodes* sp.; Odonata'dan *Phyllogomphoides* sp.; Trichoptera'dan *Hydroptila* sp., *Mayatrichia* sp., *Neotrichia* sp., *Oxyethira* sp., *Nectopsyche* sp. *Oecetis* sp. gibi kirli sulara toleransı olamayan organizmalara bol miktarda rastlandığı bildirilmiştir (Rizo-Patrón vd., 2013).

İtalya'da çeltik tarlalarındaki bentik makroomugasızlarla ilgili yapılan bir çalışmada, hem tarlalardan hem de tarlaların sulanmasını sağlayan kanallardan yapılan örneklemelerden; 4 şube (Mollusca, Annelida, Nematomorpha ve Arthropoda), 8 sınıf (Bivalvia, Gastropoda, Oligochaeta, Hirudinea, Gordioida, Insecta, Branchiopoda ve Malacostraca), 68 takım, 127 cins ve 159 tür olmak üzere toplam 173 takson elde edilmiş olup, bunlardan 89 taksonun sadece çeltik tarlalarından tespit edildiği vurgulanmıştır (Lupi, Rocco & Rossaro, 2013).

Tayland'daki tarımsal uygulamaların çeltik tarlalarındaki sucul insekt kommunitelerine olan etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise, kimyasal uygulamaya maruz kalan ve kalmayan tarlaların su kaliteleri karşılaştırılmış ve fizikokimyasal faktörler açısından tarlalar arasında çok önemli farklılıkların bulunmadığı, ancak kimyasal uygulama yapılan alanlarda sucul insekt zenginliğinin daha düşük olduğu kaydedilmiştir (Namwong, Santasup & Phalaraksh, 2013).

Pavia'da (İtalya) bir yıl boyunca aylık periyotlarla, çeltik tarlaları, bu tarlaları sulamada kullanılan kanallar ve kaynak suyu olmak üzere belirlenen istasyonlardan sucul Coleoptera örnekleri toplanmış ve 8 familyaya ait (Brachyceridae, Dytiscidae, Dryopidae, Elmidae, Gyrinidae, Haliplidae, Helophoridae, Hydrophilidae) 31 tür tespit edildiği ve bunların 19'unun ise sadece çeltik tarlalarından tespit edildiği bildirilmiştir (Lupi, Jucker & Rocco, 2014).

Hindistan'da pirinç tarlalarındaki sivrisinek larvalarının predatörleri ile olan ilişkileri ve biyolojik mücadeleleri ile ilgili yapılan bir çalışmada, toplam 12 türe ait larva ve 15 predatör tür ile birlikte toplam 27 sucul makroomurgasız türünün tespit edildiği kaydedilmiştir (Kundu vd., 2014).

Geniş çeltik ekim alanlarının bulunduğu Arjantin'in kuzeydoğusunda, Coleopteraya ait sucul örneklerin bolluk, çeşitlilik ve kommunite yapıları 1 kültivasyon sezonu süresince aylık olarak incelenerek 7 familya ve 28 cinse ait toplam 74 türün tespit edildiği bildirilmiştir (Lutz, Kehr & Fernández, 2015).

Hindistan'ın güneybatı kıyılarında bulunan ve Ramsar alanı olan Kole Bölgesi'ndeki çeltik tarlaları ve onları sulayan kanallardaki Oligochaeta kommunite yapısını araştırmak amacıyla 1 kültivasyon sezonu boyunca yapılan çalışmada ise 3 pirinç tarlası ve 2 kanal olmak üzere toplam 5 istasyonda örnekleme yapılarak tüm istasyonlardan toplam 15 Oligochaeta türü belirlenmiştir (Vineetha, Bijoy & Rakhi, 2015). Bu türlerden *Aulodrilus pigueti* Kowalewski, 1914, *Branchiodrilus semperi* Bourne, 1890, *Stephensonia trivandriana* Aiyer, 1926, *Pristinella minuta* Stephenson, 1914, *Pristinella jenkinae* Stephenson, 1931, *Aulodrilus pluriseta* Piguet, 1906 ve *Aulodrilus* sp. türleri her iki ekosistem türünden kaydedilirken, *Allonais gwaliorensis* Stephenson, 1920, *Allonais paraguensis* Michaelsen, 1905, *Dero zeylanica* Stephenson, 1913, *Pristinella accuminata* Liang, 1958, *Pristina menoni* Aiyer, 1929, *Lumbriculus variegates* Muller, 1773'un kanallardan; *Branchiodrilus hortensis* Stephenson, 1910 ve *Homochaeta* sp. 'nin sadece çeltik tarlalarında rastlandığı kaydedilmiştir (Vineetha vd., 2015).

Güney Kore'de yapılan bir çalışmada, sulama havuzları ile beslenen/beslenmeyen çeltik tarlalarının bentik makroomurgasız biyoçeşitliliği karşılaştırılmış ve 3 kültivasyon sezonu süresince yapılan örneklemeler sonucunda

toplamda 61 tür belirlenirken, bunların 59'unun havuz suyuyla beslenen tarlalardan, 50'sinin ise havuz suyu ile sulanmayan tarlalardan tespit edildiği vurgulanarak, tarlalardaki çeşitliliği arttırmak için sulama havuzlarının kullanılması gerektiği önerilmiştir (Choe vd., 2016).

Batı Japonya'da yapılan bir çalışmada ise geleneksel ve modern tarım uygulamalarının kullanıldığı çeltik tarlalarında bazı fizikokimyasal özelliklerin (bulanıklık, pH, su seviyesi ve klorofil-a) ölçülmesinin yanı sıra sucul omurgasız çeşitliliği de araştırılarak, modern yöntemler uygulanan tarlalardan 18 geleneksel tarım yapılanlarda ise 20 familyanın tespit edildiği kaydedilmiştir (Prasetyo, Koji & Tuno, 2016).

Güney Hindistan'da 1 kültivasyon sezonu boyunca, belirlenen 6 istasyondan sucul insekt örneklemesi yapılmış olup, toplam 35 tür tespit edilirken; çalışmada ayrıca bazı fizikokimyasal faktörler de (hava-su sıcaklığı, su seviyesi, çözünmüş oksijen, pH, iletkenlik, alkaliniti, sertlik, fosfat ve amonyum) ölçülmüştür (Ponraman, Anbalagan & Dinakaran, 2016).

Brezilya'da çeltik tarlalarında çok yaygın kullanılan 6 pestisitin bentik makroomurgasız kommuniteleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, 2 kültivasyon sezonu boyunca örneklemeler yapılarak toplamda 28 taksonun tespit edildiği belirtilmiştir (Wandscheer vd., 2017). Çalışmada aynı zamanda çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık parametreleri de ölçülürken, tarlalardaki pestisit kullanımında dozajın ve pestisit çeşidinin komuniteler üzerinde etkili olduğu, ancak diğer fizikokimyasal özelliklerin büyük etkilere yol açmadığı belirtilmiştir (Wandscheer vd., 2017).

Endonezya'da çeltik tarlalarındaki bentik makroomurgasızlar arasındaki av-avcı ilişkilerinin ve sucul organizmaların dinamiğinin değerlendirildiği bir çalışmada ise tespit edilen 25 taksondan Lumbricidae, Tubificidae, Baetidae ve Caenidae familyalarının av, Belostomatidae, Corixidae, Nepidae, Pleidae ve Dytiscidae familyalarının ise avcı konumunda olduğu bildirilmiştir (Salmah, Siregar, Abu Hassan & Nasution, 2017).

Çeltik tarlalarındaki Ostracoda türlerinin checklist olarak değerlendirildiği bir çalışmada ise, toplam 26 ülkeden elde edilen veriler neticesinde 192 türün kaydı listelenmiştir (Smith, Zhai, Savatenalinton, Kamiya & Yu, 2018).

Sonuç olarak, dünya geneline bakıldığında, çeltik tarlalarının bentik makroomurgasız faunası ile ilgili çalışmaların son yıllarda giderek hız kazanmış olduğu göze çarpmaktadır. Ancak bu tarz araştırmalara ait literatüre ülkemizde pek sık rastlanmamakla birlikte, çeltik ekilen alanların sulak alan çalışmalarında pek fazla yer almadığını da söylemek mümkündür.

Ülkemizde çeltik alanlarıyla ilgili araştırmalar daha çok tarımsal kalite belirlemeye yönelik ya da ürün verimi üzerine olmakla birlikte, Türkiye'deki çeltik tarlalarında yapılan çalışmalardan bazılarının Memişoğlu vd. (1986), Kepenekçi (2001), Gümüştekin ve Akın (2001), Adiloğlu ve Kurşun (2003), Tok vd. (2005), Kalkman ve Van Pelt (2006), Özküralpli (2006), Bellitürk vd. (2012), Hacet ve Çokkuvvetli (2012), Tülek vd. (2012), Tokatlı (2014), Kocaman vd. (2015), Arda vd. (2015), Atay vd. (2019)'ne aittir:

Memişoğlu vd. (1986)'nın çeltik tarlalarındaki faunayı araştırmak amacıyla, Ankara, Çankırı ve Bolu illerindeki tarlalardan atrapla toplanan karasal omurgasız gruplarının değerlendirildiği çalışmasında, 7 takıma ait 90 insekt türü saptanmış olup, bu türlerin çeltik bitkisi için zararlı ve faydalı olanları belirlenmiştir (Memişoğlu, Özkan & Melan, 1986).

Kepenekçi (2001)'in Balıkesir'in Gönen ve Ankara'nın Kızılcahamam ilçelerinde çeltik ekim alanlarında yaptığı çalışmasında, 20 adet toprak örneğinin incelenmesi sonucunda bitki paraziti nematodlara ait türler saptanmış olup, bunlardan *Pratylenchus oides utahensis* Baldwin, Luc & Bell, 1983 ve *Pratylenchus variabilis* Sher, 1970 türlerinin ülkemiz nematod faunası için yeni kayıt olduğu bildirilmiştir (Kepenekçi, 2001).

Gümüştekin ve Akın (2001)'in Trakya Bölgesi'ndeki çeltik ekim alanlarında, *Fusarium moniliforme* J. Sheld. 1904 fungusunun sebep olduğu kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığı ile mücadele amacıyla yaptıkları çalışmada, hem çeltik tarlalarında hem de laboratuvar koşullarında kullanılan kimyasal ilaçların çeltikteki hastalıklarla mücadelede kimyasal kontrol yöntemi denenmiştir (Gümüştekin & Akın, 2001).

Adiloğlu ve Kurşun (2003) tarafından, Trakya Bölgesi'nde çeltik tarımı yapılan topraklarda çeltik bitkisinin gelişimi için önemli olan çinko içeriği araştırılmış olup, bölgeden alınan 45 toprak örneğinin incelenmesi sonucunda, tarlalar için en uygun kimyasal ekstraksiyon metodu belirlenmeye çalışılmıştır (Adiloğlu & Kurşun, 2003).

Tok vd. (2005)'in Meriç ve Uzunköprü (Edirne) ilçelerindeki çeltik tarımının yapıldığı alanlardan toplanan çeltik bitkisinin ve bu alanların sulanmasında kullanılan Ergene Nehir suyunun ağır metal içeriğini inceledikleri çalışmada, 50 farklı tarladan vejetasyon dönemindeki çeltik bitkileri toplanmış olup, Fe, Zn, Cu, Mn, Cd, Ni ve Pb içerikleri araştırılmış ve en fazla ağır metal birikiminin bitkinin köklerinde, en az ise kavuzlarında olduğu belirtilmiştir (Tok, Adiloglu, Öner, Gönülsüz & Adiloğlu, 2005).

Kalkman ve Van Pelt (2006), Türkiye'de yaptıkları çalışmada 29 Odonata türünü bildirmiş olup bunlardan 17 tanesinin yaygın olmayan nadir türler olduğunu belirtmiştir. Çalışmada Türkiye'deki birçok sucul sistemden odonat nimfi örneklemesi yapan araştırıcılar, Göksu Deltası (İçel), Düzce, Sinop illerindeki çeltik tarlalarından da örnekleme yapmıştır (Kalkman & Van Pelt, 2006).

Özküralpli (2006) ise Meriç Havzası'ndaki çeltik ekim alanlarının tespiti amacıyla çok zamanlı radar verileri kullanarak İpsala'daki çeltik ekili alanları izlemiştir (Özküralpli, 2006).

Tülek vd. (2012) ise, Bitki Karantinası Yönetmeliği gereği zararlı organizmalar listesinde yer alan ve ülkemizde de çeltik tarımında önemli sorun olan *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942'ye (çeltik beyaz uç Nematodu) ait araştırmaları değerlendirerek bu nematodun Balıkesir, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerindeki çeltik alanlarında yaygın olduğunu ve bu nematoda karşı dayanıklılık açısından ülkemizde ekimi yapılan çeltik çeşitleri arasında varyasyon olduğunu belirtmiştir (Tülek, Kepenekçi, Evlice, Hekimhan & Çobanoğlu, 2012).

Bellitürk vd. (2012) tarafından İpsala ve Meriç ilçelerinde (Edirne) çeltik tarımının yapıldığı toprakların mevcut verimlilik durumlarının tespiti amacıyla yapılan çalışmada, alınan 32 adet toprak örneğinin bazı özellikleri ve makro-mikro element içerikleri değerlendirilmiş olup, toprak örneklerinin organik madde içeriği bakımından fakir olduğu, Fe, Mn, Cu içeriklerinin yeterli olduğu ancak K ve Zn açısından

toprakların organik gübrelerle desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir (Bellitürk, Karakaş, Arabacı, Kocaman & Gür, 2012).

Hacet ve Çokkuvvetli (2012) ise 2001 ve 2009 yıllarında topladıkları ergin odonatları değerlendirdikleri çalışmada 20 tür bildirmiş olup, 2009 yılındaki örneklemelerini Edirne sınırları içindeki 12 çeltik tarlasından yapmışlardır (Hacet & Çokkuvvetli, 2012).

Tokatlı (2014) İpsala (Edirne) İlçesi'ndeki içme suyu kaynaklarındaki kaliteyi araştırmak amacıyla yaptığı çalışmada, ilçeden belirlediği 23 lokaliteden aldığı su örneklerinin analizleri sonucunda organik bir kirlenmenin varlığını bildirmiştir. Bu kirlenmenin ilçede çeltik tarımının oldukça fazla yapılmasından dolayı olabileceği düşüncesine varılmıştır (Tokatlı, 2014).

Kocaman vd. (2015)'nin yaptıkları bir çalışmada Meriç ve Ergene nehirlerinin sularıyla beslenen topraklarda yetişen çeltik bitkisinde ve toprağında ağır metal birikimi araştırılmış ve toprakta Cr, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn konsantrasyonlarının kritik limitin üzerinde olduğu ve çeltik bitkisinde ise en fazla ağır metalin kök kısımlarında biriktiği bildirilmiştir (Kocaman vd., 2015).

Arda vd. (2015) ise, İpsala İlçesi'ndeki (Edirne) çeltik ekim alanlarından belirlenen 42 istasyondan çeltik bitkisi ve toprak örnekleri alarak, Mn, Fe, Cd, Pb, Cr, Cu, Zn ve Ni içeriklerini belirlemişler ve çeltik bitkisinde Ni, Cu ve Zn elementlerinin yüksek, toprak örneklerinde ise Ni konsantrasyonlarının sınır değerlerin üzerinde olduğunu, ancak çeltik bitkisindeki ağır metal birikiminin sınır değerlerin altında olduğunu bildirmişlerdir (Arda, Atılgan-Helvacıoğlu, Meriç & Tokatlı, 2015).

Atay vd. (2019), Gala Gölü ve etrafındaki çeltik alanlarından atrap ile topladıkları Braconidae örneklerine ait toplamda 38 tür kaydetmişlerdir (Atay, Çetin-Erdoğan & Beyarslan, 2019).

Ayrıca, Trakya Bölgesi'nde yapılan, bentik makroomurgasızlara ait taksonomik amaçlı araştırmalarda, çeltik alanlarından da örneklemeler yapılmış olabileceği de göz önüne alınarak literatür taraması yapılmış, ancak bu tarz taksonomik çalışmalarda habitat olarak çeltik tarlaları kaydına rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin pirinç ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayan Meriç-Ergene Havzası'ndaki çeltik tarlalarının bentik makroomurgasız faunasının belirlenmesi ve dağılımlarında etkili olabilecek bazı çevresel faktörlerin de değerlendirilerek alandaki bentik makroomurgasız faunası üzerinde potansiyel ekolojik risk oluşturabilecek faktörlerin değerlendirilmesi hedeflendi. Bu amaç kapsamında, Meriç-Ergene Havzası'ndaki çeltik tarlalarında kültivasyon dönemleri boyunca yapılan tekrarlı örneklemelerle bentik makroomurgasız faunası hem taksonomik hem de birim alandaki birey sayıları bakımından incelendi. Ayrıca, dağılımlarında etkili olabilecek bazı çevresel değişkenlerin belirlenebilmesi için bazı fizikokimyasal analizler de gerçekleştirildi. Sonuç olarak, sulak alan kategorisinde değerlendirilen ve önemli sucul ekosistemler olan çeltik alanlarının içerdiği biyolojik çeşitliliğin korunması ve bu tip sulak alanların sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi adına bazı önerilerde de bulunuldu.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

Mayıs-Eylül 2016 ile Mayıs-Eylül 2017 tarihleri arasında 2 kültivasyon sezonu boyunca sürdürülen bu araştırma, arazi ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere iki aşamada gerçekleştirildi. Genel taksonomik araştırma için bölgedeki çeltik alanları içerdikleri tarla sayısı baz alınarak 38 ana lokaliteye ayrıldı ve her 2 kültivasyon sezonu boyunca, farklı tarihlerde yapılan arazi çalışmalarıyla sediment örneklemeleri yapılarak bentik makroomurgasız materyali elde edilmeye çalışıldı. Örnekleme lokaliteleri ve örnekleme tarihleri Çizelge 3.1'de verildi. Ayrıca, farklı su kaynaklarıyla beslenme durumları göz önüne alınarak söz konusu ana lokaliteler arasından belirlenen toplam 8 istasyondan 2016 ve 2017 yıllarında kültivasyon sezonlarına denk gelen ilkbahar, yaz ve sonbahar dönemlerinde (mayıs, temmuz, eylül aylarında) mevsimsel periyotlarla su ve sediment örneklemeleri de yapıldı. Sulama suyu kaynağına göre belirlenen bu istasyonlar ve coğrafik koordinatları ile örnekleme tarihleri Çizelge 3.2'de verildi. Yapılan örneklemelere ait materyal ve metotların ayrıntıları alt başlıklar halinde aşağıda detaylandırıldı.

3.1. Çalışma Yerinin Tanımı

Araştırma bölgesi olan Meriç-Ergene Havzası, Marmara Bölgesi'nin Avrupa Kıtası'nda kalan Trakya Bölgesi'nde yer almaktadır. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerinin bulunduğu ve batıda Yunanistan ve Bulgaristan, doğuda Çorlu, güneyde Işıklı ve Koru Dağları, kuzeyde Yıldız Dağları ile çevrili olan havza, Meriç ve Ergene nehirlerinin ve kollarının bulunduğu, doğu-batı uzunluğu 160 km, kuzey-güney 140 km olarak toplam 12.438 km^2'lik alana sahiptir. Türkiye'nin pirinç ihtiyacının büyük kısmını karşılayan havzada 53,4798 hektarlık çeltik ekim alanları bulunmaktadır (Toprak Mahsulleri Ofisi, 2016).

Meriç Nehri, Bulgaristan'daki Rila Dağı eteklerinden doğarak Edirne'de Arda Nehri ile birleşir. Edirne'nin güneyinde Tunca Nehri'yle de birleştikten sonra uzun süre Türk-Yunan sınırı çizerek, Uzunköprü İlçesi'nin 40 km güneybatısında Meriç-Adasarhanlı köyü yakınlarında Ergene Nehri ile birleşip, Saros Körfezi'ne (Ege Denizi) dökülür. Havzanın diğer önemli nehri olan Ergene Nehri ise Ergene Deresi adıyla Tekirdağ Saray İlçesi'nin kuzeyinde, Yıldız (Istranca) Dağları'ndan doğmaktadır. Meriç Nehir Havzası'nın büyük bir bölümü Bulgaristan topraklarında yer almakta olup, ülkemizdeki Ergene Nehir Havzası'yla birleşerek Meriç-Ergene Havzası olarak adlandırılır (Şekil 3.1).

Dünyada çeltik ekilen alanlar genelde su kaynaklarına yakın bölgeler olmakla birlikte, insanlar tarafından göl, gölet, nehir gibi su kaynaklarından çekilen sularla sulanan çeltik alanları, yağmur suyu ile beslenen çeltik alanları, yeraltı suları ile sulanan çeltik alanları, yüksek dağ alanlarındaki çeltik alanları ve gel-git olayı sonucu sulanan çeltik alanları olarak da sınıflandırılmaktadır (Lawler, 2001). Çalışma bölgesi olan Meriç-Ergene Havzası'ndaki çeltik tarlaları da sulanan çeltik alanları olup, sulama suyu ihtiyacı Meriç ve Ergene Nehirleri ile onların kolları ve bunlar üzerine kurulan rezervuarların yanı sıra yeraltından çekilen artezyen suları ile sağlanmaktadır (İstanbulluoğlu, Konukcu & Kocaman, 2006).



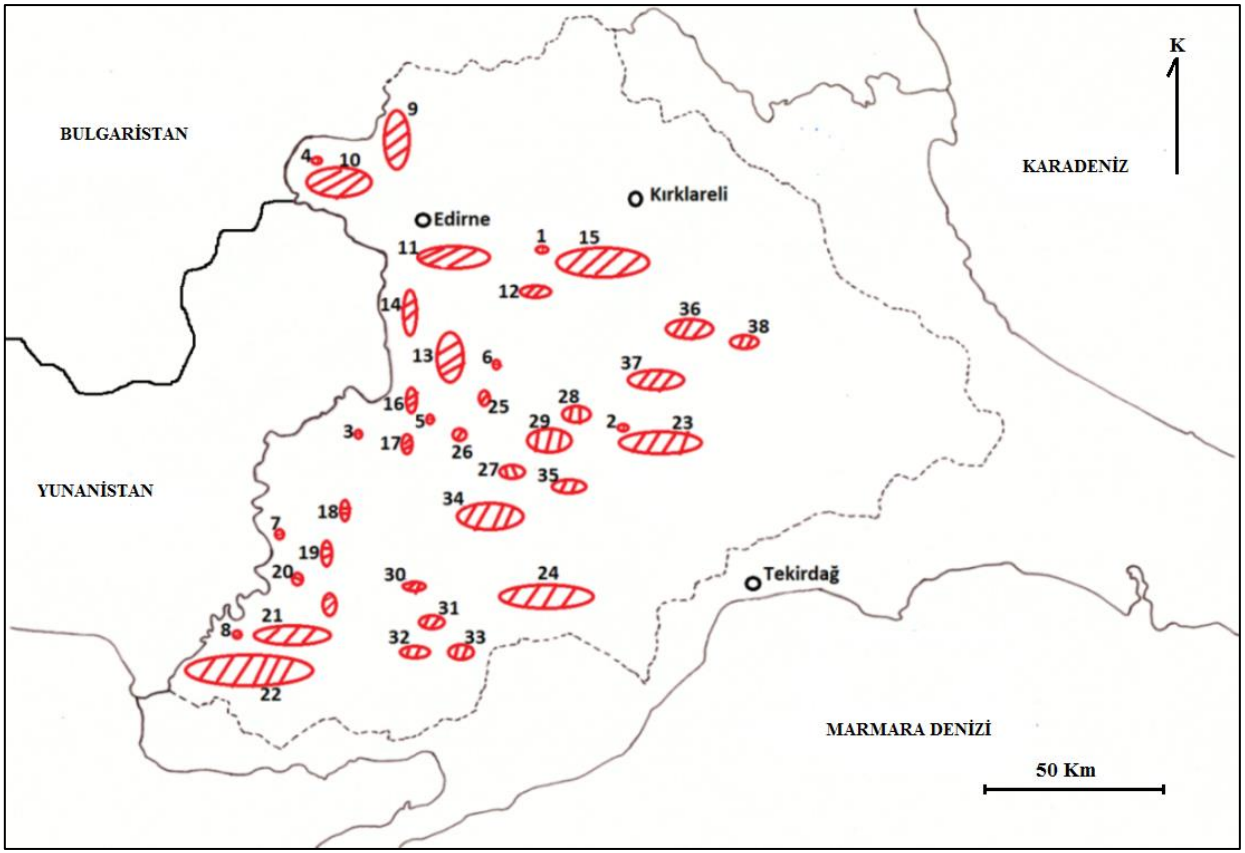
Şekil 3.1. Ülkemizdeki Meriç-Ergene Havzası'nın Dahil Olduğu Nehir Havza Sisteminin Kapladığı Alan (Ülkeler arasındaki sınırlar kırmızı çizgi ile havza sınırı yeşil çizgi ile işaretlenmiş olup, taralı alan Meriç-Ergene Havzası'nı göstermektedir) (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019)

3.2. Arazi Çalışmaları

Çalışmada, Meriç-Ergene Havzası içerisinde yer alan çeltik tarlaları, içerdikleri tarla sayıları ve sıklıkları dikkate alınarak tarafımızdan 38 ana lokaliteye ayrıldı (Şekil 3.2).

Söz konusu alanlarda Mayıs-Eylül 2016 ve Mayıs-Eylül 2017 tarihleri arasındaki 2 kültivasyon sezonu boyunca farklı tarihlerde yapılan arazi çalışmalarıyla bentik makroomurgasız örnekleri elde edilmeye çalışıldı. Bunun için, farklı ebatlardaki el-çamur kepçeleriyle alınan sediment örnekleri, farklı göz aralıklarına sahip (1.19 mm, 0.595 mm, 0.297 mm) eleklerden geçirildi. Elekler üzerinde kalan sediment materyali, içerisinde %70 alkol bulunan 250 cc'lik plastik şişeler içerisine konuldu ve etiketlenerek laboratuvara getirildi. Örneklerin elde edilmesinde, elenmesinde ve fiksasyonunda Welch (1948)'in yöntemlerinden yararlanıldı.

Meriç-Ergene Havzası çeltik tarlalarındaki bentik makroomurgasız faunasına ait taksonların belirlenmesi amacıyla örneklenen 38 ana lokalite ile örnekleme tarihleri ve sulama suyu kaynakları Çizelge 3.1'de belirtildi.



Şekil 3.2. Meriç-Ergene Havzası'nda Bentoz Örneklemesi Yapılan Lokaliteler (Tarla sayıları ve sıklıkları esas alınarak çizilen alanlar, örnekleme lokaliteleri olarak şekil üzerinde numaralandırılmıştır).

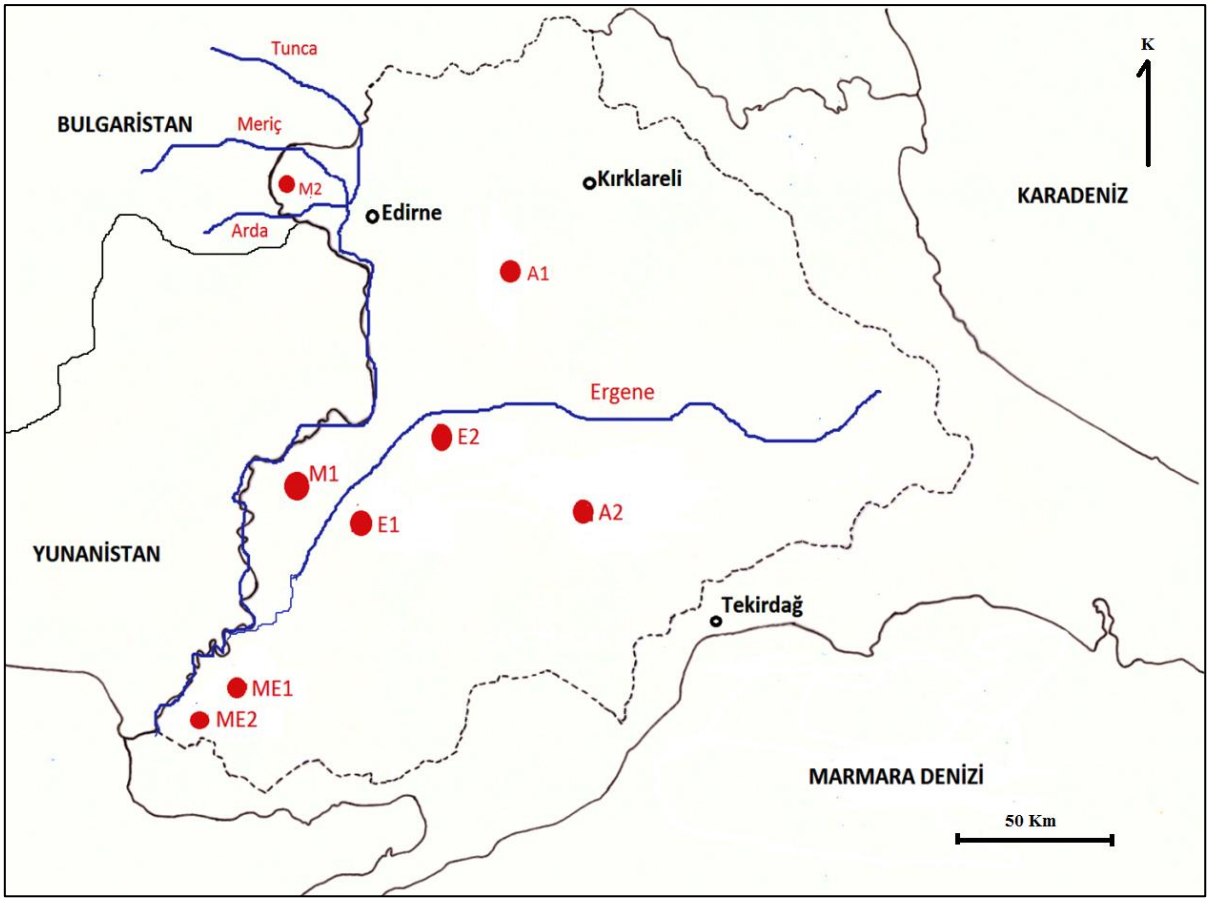
Çizelge 3.1. Genel Bentoz Örneklemesi İçin Belirlenen Ana Lokaliteler ve Sulama Suyu Kaynakları

Lok. No	Lokalite Adı	Örnekleme Tarihleri	Sulama Suyu Kaynağı
1	Havsa (Necatiye)	13.05.2016-21.07.2016-18.09.2016-18.05.2017-11.07.2017-16.09.2017	Artezyen
2	Hayrabolu	13.05.2016-21.07.2016-18.09.2016-18.05.2017-11.07.2017-16.09.2017	Artezyen
3	Meriç (Küplü)	13.05.2016-21.07.2016-18.09.2016-18.05.2017-11.07.2017-16.09.2017	Meriç Nehri
4	Kapıkule Mevkii	13.05.2016-21.07.2016-18.09.2016-18.05.2017-11.07.2017-16.09.2017	Meriç Nehri
5	Uzunköprü (Karayayla)	13.05.2016-21.07.2016-18.09.2016-18.05.2017-11.07.2017-16.09.2017	Ergene Nehri
6	Uzunköprü (Merkez-Yeni köprü altı)	13.05.2016-21.07.2016-18.09.2016-18.05.2017-11.07.2017-16.09.2017	Ergene Nehri
7	İpsala (Sınır kapısı mevkii)	13.05.2016-21.07.2016-18.09.2016-18.05.2017-11.07.2017-16.09.2017	Meriç+Ergene
8	Yenikarpuzlu	13.05.2016-21.07.2016-18.09.2016-18.05.2017-11.07.2017-16.09.2017	Meriç+Ergene
9	Suakacağı, Hatipköy, Yolüstü, Değirmenyeni	20.05.2016-24.09.2016-22.07.2017	Tunca Nehri
10	Kapıkule (Yeni-Eski Kadın köyleri mevkii)	25.06.2016-03.07.2016-17.07.2016-23.09.2017	Meriç Nehri
11	Bosnaköy mevkii	20.05.2016-12.06.2016-25.09.2016-11.06.2017	Meriç Nehri
12	Sazlıdere	12.06.2016-23.09.2017	Sazlıdere
13	Karakasım, Orhaniye	31.07.2016-12.08.2017	Meriç, Artezyen
14	Üyüklütatar	02.07.2016-19.07.2016-04.06.2017	Meriç, Artezyen
15	Kuzucu, Bakışlar, Tahal, Kulubalık, Çukurköy	20.08.2016-16.05.2017-24.09.2017	Artezyen, Rezervuar
16	Olacak Köyü	13.08.2016-28.05.2017	Rezervuar
17	Subaşı Köyü	13.08.2016-28.05.2017	Rezervuar
18	Adasarhanlı (merkez)	13.08.2016-28.05.2017	Artezyen
19	Adasarhanlı-Balabancık arası	13.08.2016-17.06.2017	Meriç, Ergene
20	Balabancık Köyü	13.08.2016-17.06.2017	Meriç, Ergene
21	İpsala (sınır kapısına kadar olan tarlalar)	12.06.2016-13.08.2016-25.05.2017	Meriç+Ergene
22	Yenikarpuzlu-Gala Gölü arası tarlalar	31.07.2016-30.08.2016-13.05.2017	Meriç+Ergene
23	Hayrabolu	30.05.2016-30.08.2016-20.06.2017	Rezervuar
24	Malkara	02.09.2016-20.06.2017	Rezervuar
25	Çakmak Köyü	31.07.2016-03.06.2017	Rezervuar
26	Değirmenci Köyü	31.07.2016-03.06.2017	Rezervuar
27	Çiftlikköy (Uzunköprü)	31.07.2016-03.06.2017	Ergene Nehri
28	Başağıl, Malkoç (Uzunköprü)	10.09.2016-12.06.2017	Rezervuar
29	Kavacık (Uzunköprü)	10.09.2016-12.06.2017	Rezervuar
30	Mercanköy (Keşan)	17.09.2016-06.06.2017	Rezervuar
31	Türkmen (Keşan)	13.08.2016-15.06.2017	Rezervuar
32	Akçeşme (Keşan)	10.09.2016-12.06.2017	Rezervuar
33	Yenimuhacır (Keşan)	10.09.2016-12.06.2017	Rezervuar
34	Karasaz-Altınyazı arası (Uzunköprü)	28.07.2016-21.06.2017-25.05.2017	Rezervuar
35	Beykonağı (Uzunköprü)	28.07.2016-21.06.2017-25.05.2017	Rezervuar
36	Çiğdemli, Büyükmandıra (Kırklareli)	25.09.2016-16.07.2017	Artezyen, Rezervuar
37	Kuştepe, Kumköy, Pehlivanköy (Kırklareli)	25.09.2016-16.07.2017	Artezyen, Rezervuar
38	Lüleburgaz, Düğüncübaşı (Kırklareli)	25.09.2016-16.07.2017	Artezyen

Ayrıca, Mayıs-Eylül 2016 ve Mayıs-Eylül 2017 tarihleri arasında çeltik tarlasını sulamada kullanılan su kaynağına göre (Ergene Nehri, Meriç Nehri, Ergene-Meriç Nehirlerinin birleşmesinden sonra ve Artezyen suyu) belirlenen toplam 8 çeltik tarlasından (Şekil 3.4-3.11) (her bir su kaynağıyla beslenen 2'şer tarladan olmak üzere) ilkbahar (suyun ilk verildiği dönem), yaz (sucul faz) ve sonbahar (yarı-sucul faz) dönemlerini kapsayacak şekilde mevsimsel olarak su ve sediment örneklemesi de yapıldı (Şekil 3.3). Böylece belirlenen bu istasyonlardan; Mayıs 2016 (ilkbahar), Temmuz 2016 (yaz), Eylül 2016 (sonbahar), Mayıs 2017 (ilkbahar), Temmuz 2017 (yaz), Eylül 2017 (sonbahar) olmak üzere 6 kez, 3 mevsimi ve 2 kültivasyon sezonunu kapsayacak şekilde tekrarlı arazi çalışmaları da yapıldı. Örnekleme yapılan istasyonlar, istasyon adı, koordinatları, örnekleme tarihleri ve sulama suyu kaynağı Çizelge 3.2'de verildi.

Bentoz materyalinin elde edilmesi için, belirlenen 8 istasyonda, ekosistemin özelliklerini en iyi şekilde yansıtacağı düşünülen alanlarda, 15x15=225 cm^2 alana sahip Ekman Bageri'nin her bir istasyonda iki kez kullanılarak 450 cm^2'lik alanın taranması şeklinde alınan sediment örneklerinden yararlanıldı. Farklı göz aralıklarına sahip elek serilerinden (sırasıyla 1.19 mm, 0.595 mm, 0.297 mm) geçirilerek elek üzerinde kalan sediment materyali içlerinde %70 alkol bulunan 250 cc'lik plastik kaplar içerisinde fikse edilerek laboratuvara getirildi.

Ayrıca, söz konusu 8 istasyonda yine 2 kültivasyon sezonu boyunca mevsimsel olarak yapılan bentoz örneklemesi sırasında arazi tipi Consort 5020 multiparameter cihazı ile bazı fizikokimyasal özellikler (pH, iletkenlik, TDS (toplam çözünmüş madde), tuzluluk, su sıcaklığı) *in situ* olarak ölçülürken, şişenin kapağını suyun içerisinde kapatmak suretiyle 2 litrelik koyu renkli cam şişelere alınan su örnekleri, diğer fizikokimyasal analizler için (kalsiyum, magnezyum, nitrit azotu, nitrat azotu, fosfat, sülfat, çözünmüş oksijen) laboratuvara taşınarak 24 saat içinde analize alındı. Arazi çalışmalarının 2016 yılı kültivasyon sezonunda Meriç Nehri suyu ile beslenen (M1) istasyonu ile Meriç-Ergene Nehri suları ile beslenen istasyonlarının (ME1) sonbahar mevsimi örneklemesinde ve 2017 yılı kültivasyon sezonunun Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonunun (E1) sonbahar mevsimi örneklemesinde tarlaların su içermemesi sebebiyle bu istasyonlarda fizikokimyasal analizler yapılamadı.



Şekil 3.3. Sulama Suyu Kaynağına Göre Örnekleme Yapılan İstasyonlar (M1, M2: Meriç Nehri ile beslenen; A1, A2: Artezyen suyu ile beslenen; E1, E2: Ergene Nehri ile beslenen; ME1, ME2: Meriç ve Ergene Nehirlerinin karışma suyu ile beslenen)

Çizelge 3.2. Sulama Suyu Kaynağına Göre Belirlenmiş 8 Örnekleme İstasyonu

İst. No	İst. Adı	Sulama Suyu Kaynağı	Koordinatlar
A1	Havsa (Necatiye)	Artezyen suyu	41º30’20” K - 26º53’28” D
A2	Hayrabolu (Merkez)	Artezyen suyu	41º13’05” K - 27º06’58” D
M1	Meriç (Küplü)	Meriç Nehri	41º02’10” K - 26º20’36” D
M2	Kapıkule mevkii	Meriç Nehri	41º42’37” K - 26º22’31” D
E1	Uzunköprü (Çiftlik-Karayayla)	Ergene Nehri	41º14’27” K - 26º37’02” D
E2	Uzunköprü (Merkez)	Ergene Nehri	41º15’46” K - 26º41’32” D
ME1	İpsala (Sınır kapısı mevkii)	Meriç+Ergene Nehirleri	40º55’47” K - 26º20’50” D
ME2	İpsala (Yenikarpuzlu)	Meriç+Ergene Nehirleri	40º46’38” K - 26º17’08” D

**Örneklemeler Mayıs/Temmuz/Eylül 2016 ve Mayıs/Temmuz/Eylül 2017 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir.*



Şekil 3.4. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen A1 İstasyonuna (artezyen suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü



Şekil 3.5. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen A2 İstasyonuna (artezyen suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü



Şekil 3.6. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen M1 İstasyonuna (Meriç Nehri suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü



Şekil 3.7. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen M2 İstasyonuna (Meriç Nehri suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü



Şekil 3.8. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen E1 İstasyonuna (Ergene Nehri suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü



Şekil 3.9. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen E2 İstasyonuna (Ergene Nehri suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü



Şekil 3.10. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen ME1 İstasyonuna (Meriç-Ergene Nehri suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü



Şekil 3.11. Meriç-Ergene Havzası'ndan Belirlenen ME2 İstasyonuna (Meriç-Ergene Nehri suyu ile beslenen) Ait Bir Görüntü

Sedimentteki ağır metallerin konsantrasyon değerlerini belirleyerek çalışma alanındaki potansiyel ekolojik risk durumlarının değerlendirilmesinde kullanmak üzere, toplam 8 örnekleme istasyonundan su ve sedimenti aynı anda içeren istasyonlar esas alınarak (A2, M2, E2 ve ME2), sulama suyunun ilk verildiği dönem olan ilkbahar (Mayıs 2016) ve sulama suyunun bekletildiği sonbahar mevsimlerinde (Eylül 2016) mevsimlerinde el çamur kepçesiyle alınan çamur örnekleri plastik poşetler içerisine koyularak laboratuvara getirildi. Sudaki ağır metal konsantrasyon değerlerini belirlemek amacıyla yine aynı istasyonlardan alınan su numuneleri koyu renkli su şişeleri içerisinde laboratuvara getirildi. Ayrıca, sudaki pestisitlerin çeşit ve konsantrasyon değerlerinin belirlenmesi amacıyla pestisit uygulamalarının yoğun olduğu yaz döneminde (Temmuz 2016) yukarıda belirtilen örnekleme istasyonlarından alınan su numuneleri de 100 ml'lik steril polietilen şişeler içerisine konarak TÜTAGEM (Trakya Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi) Laboratuvarı'na getirilerek analizlendi.

3.3. Laboratuvar Çalışmaları

Bentik makroomurgasızların kalitatif (nitel) ve kantitatif (nicel) değerlendirmeleri amacıyla yapılan laboratuvar çalışmalarının yanı sıra, fizikokimyasal analizlere ait laboratuvar çalışmaları ile korelasyon belirlemek için kullanılan indeksler ve potansiyel/hipotetik ekolojik risk değerlendirmesinde yararlanılan indeks ve formüller aşağıda alt başlıklar halinde verildi.

3.3.1. Bentik Makroomurgasızların Kalitatif Analizlerine Ait Laboratuvar Çalışmaları

250 cc'lik plastik şişeler içerisinde laboratuvara getirilen bentoz örnekleri, Olympus SZ51 marka steromikroskop altında sediment kalıntılarından ayıklanarak %70 alkole alındı. Elde edilen bentik makroomurgasız örnekleri mümkün olabilen en alt taksonomik kategoriye kadar teşhis edildi ve etiketlenerek müze materyali haline getirildi. Bu organizmalardan Gastropoda, Oligochaeta, Hirudinae, Isopoda, Amphipoda, Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Coleoptera ve Chironomidae'ye ait

örneklerin teşhisleri tür düzeyinde yapılırken, diğer örneklerin (Hydrozoa, Nematoda, Arachnida, Ostracoda, Branchiopoda, Ceratopogonoidae, Culicidae, Dixidae, Ephydridae, Stratiomyidae, Tabanidae) teşhisleri grup düzeyinde bırakıldı. Bentik makroomurgasızların teşhis işlemlerinde Chironomidae için Sæther (1980), Cranston (1982), Fittkau & Roback (1983), Pinder & Reiss (1983), Epler (2001)'den; Oligochaeta için Brinkhurst (1971), Milligian (1997), Timm (1999), Wetzel vd. (2000), Schmelz & Collado (2010)'den; Ephemeroptera için Elliott vd. (1988)'den; Amphipoda için Karaman & Pinkster (1977)'den; Isopoda için Gledhill vd. (1976)'den; Hirudinae için Soós (1968)'den; Coleoptera için Picazo (2010), Lott (2001), Komarek (2003), Friday (1988)'den; Gastropoda için Macan (1969) ve Yıldırım vd. (2006)'dan; Odonata için Hacet vd. (2010)'dan; Hemiptera için Fent vd. (2011)'den; diğer gruplar için Bouchard (2004) ve Kriska (2009)'den yararlanılırken, konu uzmanlarından da destek alındı.

3.3.2. Bentik Makroomurgasızların Kantitatif Analizlerine Ait Laboratuvar Çalışmaları

Kantitatif analiz için Ekman Bageri ile her 2 kültivasyon döneminde de mevsimsel olarak toplam 8 istasyondan alınan ve 250 cc'lik plastik şişeler içerisinde laboratuvara getirilen bentoz örnekleri, steromikroskop altında sedimentteki kalıntılarından ayıklanarak içinde %70 alkol bulunan tüplere aktarıldı. Kalitatif analizlerde kullanılan ve yukarıda da verilen literatüre dayanılarak yapılan tür teşhislerinin ardından her bir taksona ait birey sayıları sayılarak m^2'deki birey sayısı belirlenmeye çalışıldı. Hesaplamalarda, boyutları 15x15 cm olan Ekman Bageri'nin aynı istasyonda iki kez kullanılmasıyla taranan alanda rastlanan birey sayısı esas alındı (Welch, 1948). 225 cm^2'lik alana sahip Ekman Bageri'nin her bir istasyonda ikişer kez kullanılmasıyla taranan 450 cm^2'lik alan dikkate alınarak m^2'deki bentik makroomurgasız sayısı hesaplandı ve ayrıca farklı sulama suyu özelliklerine göre de istasyonların ortalama değerleri de belirlenerek çizelgelere işlendi. Ayrıca, elde edilen organizmalar takson sayıları esas alınarak "Oligochaeta", "Chironomidae", "Diğer İnsecta" ve "Diğer Taksonlar" olarak da gruplandırıldı ve her bir grubun hem

mevsimsel hem de istasyon ortalamaları açısından bazında birim alandaki birey sayıları da hesaplanarak değerlendirildi.

3.3.3. Fizikokimyasal Analizlere Ait Laboratuvar Çalışmaları

Çalışma alanından belirlenen istasyonlardan 2 kültivasyon sezonu boyunca mevsimsel olarak ölçülen fizikokimyasal parametrelerden (pH, iletkenlik, tuzluluk, TDS (toplam çözünmüş madde) ve su sıcaklığı) arazi çalışmaları sırasında kaydedilenler haricindeki diğer parametreler (kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, nitrit azotu, nitrat azotu, fosfat, sülfat ve çözünmüş oksijen değerleri) klasik titrimetrik ve spektrofotometrik yöntemler (absorbanslar Cecil-CE 5502 marka spektrofotometrede okundu) kullanılarak laboratuvarda ölçüldü (Egemen & Sunlu, 1996). Elde edilen verilerin ayrıca istasyonlar ve mevsimler açısından ortalama değerleri de hesaplanarak standart sapmaları ve YSKYY (2016)'ye göre su kalite sınıfları da belirlenerek veri çizelgelerine işlendi.

3.3.4. Ağır Metal ve Pestisit Analizlerine Ait Laboratuvar Çalışmaları

Ağır metal analizleri için, çalışma alanından alınan ve uygun koşullar altında laboratuvara getirilen su ve sediment örneklerinden yararlanıldı. Sedimentteki ağır metallerin belirlenmesi amacıyla alınan çamur örnekleri, oda sıcaklığında kurutularak içerdiği su buharlaştırıldıktan sonra alınan 1 g kuru çamur örneği 3 mL distile suda çözüldü ve üzerine 5 mL HNO_3; 2 mL HCl oranında asit karışımı ilave edilerek elde edilen solüsyon filtre kağıdından geçirildi. Polietilen şişelere alınan numuneler analizi yapılana kadar +4 ºC'ye sahip iklim dolabında saklandı. Hazırlanan numunelerin üzerine 1 mL $HClO_4$ eklenerek, Perkin Elmer A-Analyst 800 marka Alevli Atomik Spektrofotometre cihazı yardımıyla 2 tekrarlı ölçümleri neticesinde kadmiyum (Cd), bakır (Cu), nikel (Ni) ve mangan (Mn) konsantrasyonları belirlenmeye çalışıldı. Sudaki ağır metal analizleri içinse, çalışma alanından alınarak uygun koşullar altında laboratuvara taşınan su numunelerinden 10'ar mL alınarak üzerine asit karışımı (5 mL HNO_3; 2 ml HCl) ile 8 mL distile su eklendi ve elde edilen solüsyon, filtre kağıdından geçirildikten sonra polietilen şişelere aktarılarak analizi yapılana kadar +4 ºC'ye sahip

iklim dolabında saklandı. Hazırlanmış bu su numunelerinin üzerine 1 mL $HClO_4$ eklenerek, Perkin Elmer A-Analyst 800 marka Alevli Atomik Spektrofotometre cihazı yardımıyla 2 tekrarlı ölçümleri neticesinde kadmiyum (Cd), bakır (Cu), nikel (Ni) ve mangan (Mn) konsantrasyonları belirlenmeye çalışıldı. Ağır metal ölçümlerine ait sonuçların mevsimsel değişimleri, istasyon ortalamaları hesaplanarak çizelgelere işlendi.

Çalışma alanındaki pestisitlerin çeşit ve miktarlarının belirlenmesi amacıyla polietilen şişeler içerisinde Trakya Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (TÜTAGEM) laboratuvarına getirilen numuneler gecikmeden analize alındı. Pestisitlerin ekstraksiyonunda çoklu pestisit kalıntı tayini amacıyla geliştirilen QUECHERS (quick, easy, cheap, effective, rugged, safe) yöntemi uygulandı. Pestisit analizleri, Agilent 1260 infinity likit kromatografi, Agilent 6460 Triple Quadrupole MS/MS Sistem (Jet Stream Electrospray iyon kaynağı) ile gerçekleştirilerek toplamda 181 adet pestisit çeşidinin (Acephate, acetamiprid, acibenzolar-S-methyl, aldicarb, aldicarb sulfone, aldicarb sulfoxide, ametryne, aminocarb, amitraz, azoxystrobin, benalaxyl-M, benzoximate, bifenazate, bitertanol, bnediocarb, bnefurocarb, boscalid, bromuconazole, buprimate, buprofezin, butocarboxim, butoxycarboxim, carbaryl, carbendazim, carbetamide, carbofuran, carbofuran-3-hydroxy, carboxin, carfentrazone ethyl, chlorantraniliprole, chlorfluazuron, chlorotoluron, chloroxuron, clethodim-682, clofentezine, clothianidin, cyazofamid, cycluron, cymoxanil, cyproconazole, cyprodinil, cyromazine, desmedipham, dicrotophos, diethofencarb, difeneconazol, diflubenzron, dimethoate, dimoxystrobin-688, diniconazole, dinotefuran, diuron, emamectin-benzoate, epoxiconazole, etaconazole, ethiofencarb, ethirimol, ethofumasate, etoxazole, famoxadone, fenamidone, fenarimol, fenazaquin, fenbuconazole, fenhexamid, fenobucarb, fenproprimorph, fenuron, fibronil, fluazinam, flubendiamide-695, fludioxonil, flufenacet, flufenoxuron, fluometuron, fluoxastrobin-698, fluquinconazole-699, flusilazole, flutolanil-703, flutriafol, forchlorfenuron-706, formetanate-hydrochlorid, fuberidazole-707, furalaxyl, furathiocarb, hexaconazole, hexaflumuron, hexythiazox, hydramethylnon, imazalil, indoxacarb, ipconazole-713, iprovalicarb, isoprocarb, isoproturon, kresoxim-methyl, linuron, lufenuron, mandopropamid, mefenacet, mepronil, mesotrione, metalaxyl, metconazole-718,

methabenzthiazuron-719, methamidophos, methiocarb, methoprotryne, methoxifenozide, metobromuron, metribuzin, mevinphos, mexacarbate, monocrotophos, monolinuron, myclobutanil, neburon, novaluron, nuarimol, omethoate, oxadixyl, oxamyl, paclobutrazol, penconazole, pencycuron, phenmedipham, picoxystrobin, piperonyl butoxide, pirimicarb, prochloraz, promecarb, prometon, prometryn, propamocarb-hydrochloride, propargite, propham, propiconazole, propoxur, prothioconazole-734, pymetrozine, pyracarbolid, pyraclostrobin, pyridaben, pyrimethanil, pyriproxyfen, quinoxyfen, rotenone-739, secbumeton, siduron, simetryn, spineturam-741, spinosad-A, spirodiclofen, spiromesifen, spirotetramat, spiroxamine, tebuconazole, tebufenozide, tebufenpyrad, tebuthiuron, teflubenzuron, terbumeton, terbutryn, tetraconazole, thiabendazole, thiacloprid, thiamethoxam, thichlorfon, thidiazuron-747, thiobencarb-748, thiofanox, thiophonate methyl, triadimefon, triadimenol, triconazole, tricyclazole-753, trifloxystrobin, triflumizole, triflumuron, vamidathion, zoxamide) varlığı ve konsantrasyonları araştırıldı.

3.4. Verilerin Değerlendirilmesinde Kullanılan İndekslere Ait Laboratuvar Çalışmaları

Çalışmada Meriç-Ergene Havzası'ndaki toplam 8 farklı istasyondaki çeltik tarlalarından 2 kültivasyon sezonu boyunca tespit edilen bentik makroomurgasız taksonlarının m^2'deki birey sayıları ile ortalama değerleri hesaplanırken, ölçülen fizikokimyasal faktörlerin istasyonlara ve mevsimlere göre maksimum, minimum, ortalama ve standart sapma değerleri de hesaplanarak veri çizelgelerine işlendi.

Ayrıca, kantitatif analiz için belirlenen istasyonlardan tespit edilen bentik makroomurgasızlara ait tür çeşitliliğinin istatistiksel olarak belirlenmesi için Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksinden yararlanıldı (Shannon, 1948). Shannon-Wiener's İndeks değerlerini (H') belirlemek için aşağıdaki formül kullanıldı (Shannon, 1948);

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i \ln P_i$$

Formülde "H'" Shannon-Wiener's çeşitlilik indeksini, "S" tür sayısını, "P_i" türün birey sayısının toplam birey sayısına oranını ifade etmekte olup, 0 ila 5 arasında elde edilebilen değerde sayının 5'e yaklaşması tür çeşitliliğinin arttığını ifade etmektedir (Shannon, 1948). Shannon-Wiener indeks sonuçlarından, çalışma alanında belirlenen bentik makroomurgasızlara ait tür çeşitliliğinin istatistiksel açıdan değerlendirilmesinde ve alandaki hipotetik ekolojik risk analizinin oluşturulmasında yararlanıldı.

Örnekleme istasyonlarında ölçülen bazı fizikokimyasal faktörlerle elde edilen bentik makroomurgasız türlerinin ve içerdikleri birey sayılarının anlamlı ilişkiler içerisinde olup olmadığının belirlenmesi amacıyla ise Spearman Korelasyon Analizi'nden yararlanıldı (Krebs, 1999). Spearman Korelasyon Analizi'nde korelasyon katsayısının hesaplanmasında (r/rho) aşağıdaki formül kullanıldı (Krebs, 1999);

$$r = 1 - {}^{6}\sum d^2_i / n(n^2-1)$$

Formülde "d_i" X değişkeninin i. birimine dair gözlem değeri ile Y değişkeninin i. birimine dair gözlem değeri arasındaki fark, "n" gözlem birimi sayısını ifade etmektedir (Krebs, 1999). Bentoz örneklemelerinden elde edilen her bir taksonun yanı sıra her bir grubun da ölçülen fizikokimyasal faktörlerle olan ilişkilerini tek tek değerlendiren bu indeksin sonucunda elde edilen korelasyon katsayısı "r"nin almış olduğu negtif veya pozitif değerlerin, $p<0.05$ veya $p<0.01$ açısından anlamlı olup olmadığı belirlendi (Krebs, 1999). Böylece, ölçülen fizikokimyasal faktörlerin bentik makroomurgasız dağılımları açısından anlamlı ilişkiler içerisinde olup olmadıklarının değerlendirilmesinde ve alandaki hipotetik ekolojik risk analizlerinin oluşturulmasında yararlanıldı.

Örnekleme istasyonlarının ve mevsimlerin hem fizikokimyasal hem de bentik makroomurgasız dinamikleri açısından karşılaştırılmalarında ise Bray-Curtis Benzerlik İndeksi kullanılırken, elde edilen sonuçlar Correspondence Analiz (CA) ve Principal Component Analiz (PCA) uygulamalarıyla da desteklendi (Krebs, 1999).

Ağır metallere bağlı olarak ekosistemde gelişebilecek ekolojik risklerin tespit edilmesi amacıyla, sediment örneklerinde ölçülen ağır metal konsantrasyonları Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (PERİ), Biyolojik Risk İndeksi (BRİ) ve Kirlilik Yük İndeksi (PLİ)'nden yararlanılarak değerlendirildi (Hakanson, 1980). Elde edilen sonuçlardan alandaki hipotetik risk analizinin oluşturulmasında yararlanıldı.

Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi'nin hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılarak E^i_r, $R_ı$, C^i_f değerleri hesaplandı ve literatürdeki tablolar yardımıyla PERİ değerleri belirlendi (Hakanson, 1980);

$$R_ı = \sum E^i_r$$

$$E^i_r = T^i_r C^i_f$$

$$C^i_f = C^i_0 / C^i_n$$

Formülde "C^i_f" kirlilik faktörünü, "C^i_0" belirlenen istasyonların sedimentinden elde edilen ağır metal konsantrasyonunu, "C^i_n" ise referans değerini ifade etmekte olup, "E^i_r" konsantrasyon değeri ise belirlenmiş her bir ağır metalin ekolojik risk faktörünü, "$R_ı$" ağır metaller için ayrı ayrı hesaplanmış tüm risk faktörlerinin toplamını, "T^i_r" ise toksik tepki faktörünü verir (Hakanson, 1980). Formülün hesaplanmasında kullanılan "C^i_n" ve "T^i_r" değerinin referans değerleri Çizelge 3.3.'te ve "$R_ı$" ve "E^i_r" değerinin kirlilik sınırları ise Çizelge 3.4.'te belirtildi.

Çizelge 3.3. İncelenen Ağır Metallerin Referans Değerleri (C^i_n), Toksisite Katsayısı (T^i_r), Orta Etki Aralığı (ERM) Değerlerini Gösteren Çizelge (Hakanson, 1980; Xu vd., 2008).

Element	R_i		mERM-Q
	C^i_n	T^i_r	ERM
Cd	0,5	30	9
Cu	30	5	390
Ni	50	5	50
Mn	860	1	-

Yine aynı formül üzerinden hesaplanan kirlilik faktör değerleri ise C^i_f <1 düşük kirlilik, 1≤ C^i_f<3 orta düzeyli kirlilik, 3≤ C^i_f<6 yüksek kirlilik, C^i_f >6 çok yüksek kirlilik olarak değerlendirilmekte olup, çalışmamızda da sedimentteki ağır metallerin kirlilik faktör değerlerinin hesaplanmasında Hakanson (1980)'dan yararlanıldı.

Ağır metallaere ait Kirlilik Yük İndeksi (PLI) değerleri ise, "C^i_f" değerleri üzerinden elde edilen verilerin, aşağıdaki formülde kullanılmasıyla hesaplandı (Suresh vd., 2011).

$$PLI = (C^i_f 1 \times C^i_f 2 \times \ldots C^i_f n)^{1/n}$$

Formülde belirtilen "C^i_f" kirlilik faktörünü, "n" kullanılan ağır metal sayısını ifade etmekte olup, elde edilen PLI değerlerinin 0 (sıfır) olması kirliliğin olmadığını, değerin 1'i aşması ilerleyen kirliliğin olduğunu belirtmektedir (Suresh vd., 2011).

Sedimentteki ağır metallerden kaynaklı Biyolojik Risk İndeksi (BRİ)'nin hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanıldı (Long vd., 2005);

$$mERM - Q = \left(\sum_{i=1}^{n} ERM - Q_i\right) \Big/ n$$

$$ERM - Q_i = C_i / ERM_i$$

Formülde verilen "mERM-Q" değeri çoklu metal kirliliği olası etki katsayısını, "C_i" değeri sedimentte elde edilen ağır metal konsantrasyonunu, "ERM_i" değeri ölçülen ağır metale ait ERM değerini, "n" ise araştırılan ağır metallerin tümünün sayısını ifade etmektedir (Long vd., 2005). ERM'nin referans değerleri Çizelge 3.3'te ve "mERM-Q" değerinin etki değerleri ise Çizelge 3.4'te verildi. Long vd.(2005)'in belirlediği oranlar esas alınarak her bir ağır metal için (Mn) hariç belirlenmiş olan ERM değeri formülde yerine konarak, elde edilen ağır metal konsantrasyonlarının mERM-Q ve ERM-Qi değerleri tespit edildi ve öncelik sahaları belirlendi.

Çizelge 3.4. Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi ve Biyolojik Risk İndeksi Değerlendirme Skalası (Hakanson, 1980; Long et al., 2005)

Potansiyel Ekolojik Risk Değerlendirmesi				**Biyolojik Risk Değerlendirmesi**	
E^i_r	**Tekli faktörler için PERİ**	**R_i**	**Çoklu faktörler için PERİ**	**ERM-Qi ve mERM-Q**	**Tekli ve çoklu faktörler için BRİ**
<40	Düşük ekolojik risk	<95	Düşük ekolojik risk	<0.1	Düşük öncelik sahası
40-80	Orta ekolojik risk	95- 190	Orta ekolojik risk	0.1-0.5	Orta-düşük öncelik sahası
80-160	Önemli ekolojik risk	190-380	Önemli ekolojik risk	0.5-1.5	Yüksek-orta öncelik sahası
160-320	Yüksek ekolojik risk	>380	Çok yüksek ekolojik risk	>1.5	Yüksek öncelik sahası
>320	Çok yüksek ekolojik risk				

Çalışmada ayrıca, Meriç-Ergene Havzası'ndaki çeltik ekim alanlarındaki bentik makroomurgasızların dağılımlarının değerlendirilmesinde, incelenen çevresel faktörler, incelenen parametreler açısından ekolojik baskı unsuru oluşturma potansiyelleri göz önüne alınarak gruplandırıldı ve hipotetik ekolojik etki değerleri oluşturulmaya çalışıldı. Bunun için, elde edilen verilere uygulanan indekslerin sonuçlarından yararlanılarak oluşturulan hipotez etki matriksi ile gerek çevresel gerekse antropojenik uygulamalardan kaynaklanan fizikokimyasal baskı unsurlarının ekosistemde oluşturabileceği mümkün risk durumları değerlendirildi (Harris vd., 1994; Salihoğlu & Karaer, 2004). Baskı unsurlarının gruplandırılmasında, tanımlayıcı istatistik yöntemlerinden biri olan güven aralığı yönteminden yararlanılarak her bir örnekleme istasyonundaki fizikokimyasal veriler temel alındı ve SPSS 20.0 paket programında yapılan hesaplamada %95 güven aralıkları belirlendi. Buna göre gruplanan baskı unsurlarının (besin tuzları, ağır metaller, pestisitler ve diğer fizikokimyasal faktörler) etki değerleri hipotez etki matriksinin uygulanmasında kullanıldı. Hipotetik ekolojik risk analiz değerlendirmesinde aşağıdaki formülden yararlanıldı (Harris vd., 1994).

$$D_k(i,j) = X_{ik} - X_{jk}$$

$$\text{Matriks } R = r_{ij} = \sum_{k}^{n} D_k(i,j);\ j=1,2,\ldots,m$$

Formülde her baskı unsuru olan "j" nin, belirlenen kriter "k" üzerindeki etkisi, baskı unsuru "i" nin etkisinden çıkarılarak matriks oluşturuldu ve risk unsurlarının etkisinin tartışma bölümünde değerlendirilmesi amacıyla kullanıldı. Çalışmada, formülde yer alan k değeri 1, m değeri ise 4 olarak alındı.

BÖLÜM 4

BULGULAR

Meriç-Ergene Havzası çeltik tarlalarındaki bentik makroomurgasız faunası ile dağılımlarında etkili olabilecek bazı çevresel faktörler ve bu faktörlerin söz konusu ekosistemdeki fauna üzerinde oluşturabileceği ve baskılardan kaynaklı potansiyel ekolojik risk durumlarının analizlendiği bu çalışmada, bentik makroomurgasız faunasına ait kalitatif ve kantitatif bulgular ile incelenen fizikokimyasal faktörlere ait analiz sonuçları ve elde edilen verilere uygulanan indeks değerlendirmeleri ana başlıklar halinde aşağıda sunuldu.

4.1. Bentik Makroomurgasızlara Ait Kalitatif Bulgular

Mayıs-Eylül 2016 ve Mayıs-Eylül 2017 tarihleri arasındaki toplam 2 kültivasyon dönemini kapsayan araştırmanın sonucunda, Meriç-Ergene Havzası içerisinde yer alan ve 38 ana lokaliteye ayrılarak incelenen çeltik tarlalarından ve mevsimsel olarak da analizlenen toplam 8 örnekleme istasyonundan bentik makroomurgasız gruplara ait 5 filum, 8 klasis, 8 ordo, 30 familya ve 61 tür olmak üzere toplam 77 takson belirlendi (Çizelge 4.1). Belirlenen toplam 77 taksonun 22 tanesine sadece genel bentoz örneklemesinde (kalitatif amaçlı örneklemelerde), 14 tanesine sadece alan hesaplaması

için yapılan örneklemelerde (kantitatif amaçlı örneklemelerde) rastlanırken, 41 taksona ise her iki örneklemede de rastlandı (Çizelge 4.1).

Elde edilen taksonların büyük bir kısmı tür düzeyinde belirlenirken, bazılarının teşhislerinde mümkün olabilen en alt kategoriye inilmeye çalışıldı ve belirlenen taksonlar çizelge içerisinde numaralandırıldı (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Meriç-Ergene Havzası'ndaki Çeltik Tarlalarında Rastlanan Bentik Makroomurgasızlar (Tespit edilen taksonlar numaralandırılmıştır)

Filum	Klasis	Ordo	Familya	Tür
Cnidaria			Hydridae	1- *Hydra* sp.**
2-Nematoda				
Clitellata	3-Oligochaeta			
			Lumbriculidae	*4-Lumbriculus variegatus* (Muller, 1774)**
				5-Stylodrilus heringianus Claparede, 1862**
			Naididae	*6-Aulophorus furcatus* (Oken, 1815)
				7-Chaetogaster limnaei Baer, 1827**
				8-Dero digitata (Muller, 1774)**
				9-Pristina longiseta (Ehrenberg, 1828)**
				10-Stylaria lacustris (Linnaeus, 1767)**
				11-Limnodrilus hoffmeisteri Claparede, 1862
				12-Limnodrilus sp.**
				13-Tubifex tubifex (Muller, 1774)
			Lumbricidae	*14-Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826)
			Enchytraeidae	15-*Henlea perpusilla* Friend, 1911
	Hirudinea		Erpobdellidae	*16-Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758)
Mollusca	Gastropoda		Planorbidae	*17-Gyraulus piscinarum* (Bourguignat, 1852)
				18-Planorbis carinatus O.F. Muller, 1774
				19-Planorbis sp.
			Viviparidae	*20-Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758)*
			Physidae	*21-Physella acuta* Draparnaud, 1805
Arthropoda				
	22-Ostracoda			
	Arachnida		23-Hydrachnidae	
	Branchiopoda	24-Diplostraca		
	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae	*25-Gammarus komareki* Schaferna, 1922
		Isopoda	Asellidae	*26-Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758)
	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	*27-Cloeon dipterum* (Linnaeus, 1761)
		Odonata	Aeshnidae	*28-Anax imperator* Leach, 1815*
			Coenagrionidae	*29-Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840)*
				30-Ischnura elegans (Vander Linden, 1820)
			Libellulidae	*31-Crocothemis erythraea* (Brullé, 1832)*

Çizelge 4.1.'in Devamı

			32-Libellula depressa Linnaeus, 1758*
			33-Orthetrum albistylum (Selys, 1848)
			34-Orthetrum brunneum (Fonscolombe, 1837)*
			35-Sympetrum fonscolombii (Selys, 1840)*
	Hemiptera	Corixidae	*36-Sigara lateralis* (Leach, 1817)
			37-Sigara striata (Linnaeus, 1758)**
			38-Sigara sp.*
			39-Micronecta scholtzi (Fieber, 1860)
		Belostomatidae	*40- Lethocerus patruelis* (Stål, 1854)*
			41- Corixidae (nimf)
	Coleoptera	Dytiscidae	*42-Hydroglyphus geminus* (Fabricius, 1792)
			43-Hygrotus versicolor (Schaller, 1783)*
			44-Laccophilus poecilus Klug, 1834*
		Haliplidae	*45-Peltodytes caesus* (Duftschmid, 1805)
		Hydrophilidae	*46-Berosus spinosus* (Steven, 1808)
			47-Berosus sp.*
			48-Enochrus fuscipennis (Thomson, 1884)*
			49-Enochrus quadripunctatus (Herbst, 1797)*
			50-Helochares lividus (Forster, 1771)*
			51-Helophorus dorsalis (Marsham, 1802)*
			52-Helophorus sp.*
			53-Laccobius sp.*
		Noteridae	*54-Noterus clavicornis* (De Geer, 1774)*
			55-Coleoptera (larva)
		56-Staphylinidae	

Çizelge 4.1.'in Devamı

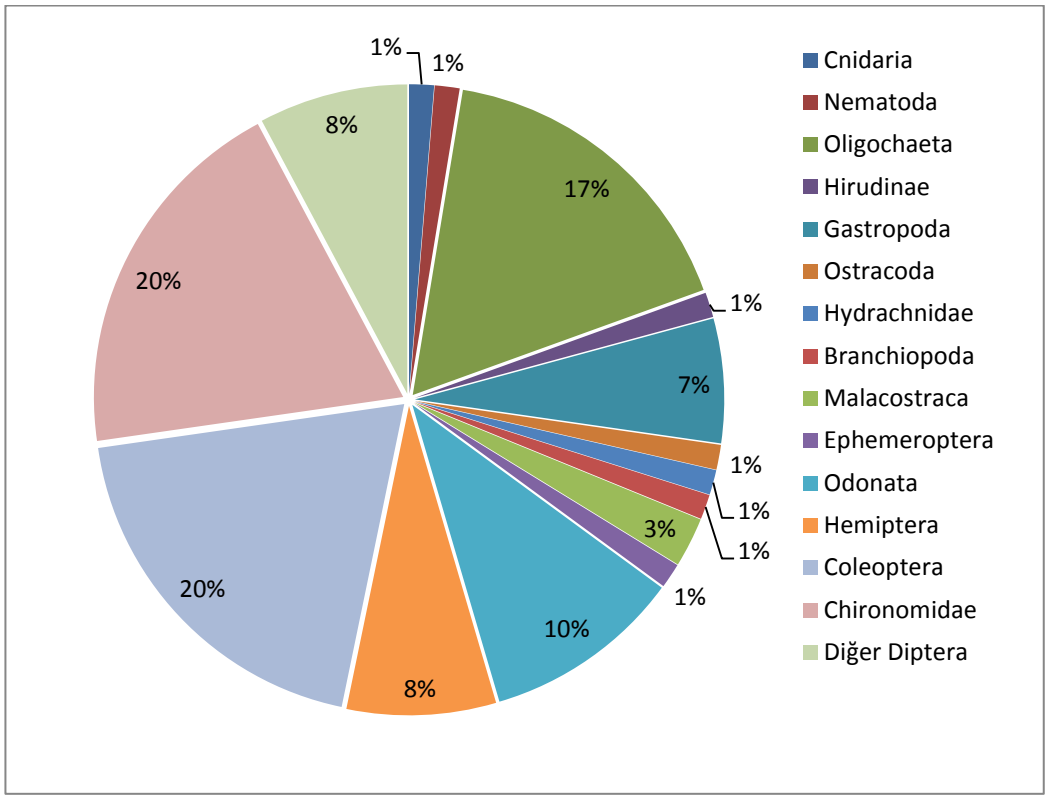
Diptera	57-Ceratopogonidae	
	58-Chironomidae	*59-Procladius (Holotanypus)* sp.
		60-Tanypus punctipennis Meigen, 1818
		61-Halocladius fucicola (Edwards, 1926)
		62-Psectrocladius limbatellus (Holmgren, 1869)**
		63-Chironomus plumosus (Linnaeus, 1758)
		64-Chironomus tentans Fabricius, 1805
		65-Cryptochironomus defectus (Kieffer, 1913)
		66-Kiefferulus tendipediformis (Goetghebuer, 1921)**
		67-Polypedilum convictum (Walker, 1856)**
		68-Polypedilum nubifer (Skuse, 1889)
		69-Cladotanytarsus mancus (Walker, 1856)**
		70-Tanytarsus gregarius Kieffer, 1909*
		71-Virgatanytarsus arduennensis (Goetghebuer, 1922)
		72-Chironomidae (pupa)**
	73-Culicidae	
	74-Dixidae*	
	75-Ephydridae	
	76-Stratiomyidae	
	77-Tabanidae*	

*Sadece genel bentoz örneklemesinde elde edilen takson,
**Sadece alan hesaplaması için yapılan örneklemede elde edilen takson

Elde edilen bentik makroomurgasızların taksonomik incelenmesi neticesinde Cnidaria (*Hydra* sp.), Nematoda, Clitellata (Oligochaeta'ya ait bireylerin yanı sıra, *Lumbriculus variegatus* (Muller, 1774), *Stylodrilus heringianus* Claparede, 1862, *Aulophorus furcatus* (Oken, 1815), *Chaetogaster limnaei* Baer, 1827, *Dero digitata* (Muller, 1774), *Pristina longiseta* (Ehrenberg, 1828), *Stylaria lacustris* (Linnaeus, 1767), *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, 1862, *Limnodrilus* sp., *Tubifex tubifex* (Muller, 1774), *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826), *Henlea perpusilla* Friend, 1911, *Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758) türleri), Mollusca (Gastropoda'dan *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758), *Physella acuta* Draparnaud, 1805, *Gyraulus piscinarum* (Bourguignat, 1852), *Planorbis carinatus* O.F. Muller, 1774, *Planorbis* sp. türleri), Arthropoda'dan Ostracoda, Arachnida (Hydrachnidae), Branchiopoda (Diplostraca), Malacostraca (Amphipoda'dan *Gammarus komareki* Schaferna, 1922 türü, Isopoda'dan *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758) türü) ve Insecta (Ephemeroptera'dan *Cloeon dipterum* (Linnaeus, 1761) türü, Odonata'dan *Anax imperator* Leach, 1815, *Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840), *Ischnura elegans* (Vander Linden, 1820), *Crocothemis erythraea* (Brullé, 1832), *Libellula depressa* Linnaeus, 1758, *Orthetrum albistylum* (Selys, 1848), *Orthetrum brunneum* (Fonscolombe, 1837), *Sympetrum fonscolombii* (Selys, 1840) türleri, Hemiptera'dan *Sigara lateralis* (Leach, 1817), *Sigara striata* (Linnaeus, 1758), *Sigara* sp., *Micronecta scholtzi* (Fieber, 1860), *Lethocerus patruelis* (Stål, 1854) türü ve Corixidae familyasına ait nimfler, Coleoptera'dan, Staphilidae familyasına ait larvalar ve Coleoptera'ya ait larval bireyler ile *Hydroglyphus geminus* (Fabricius, 1792), *Hygrotus versicolor* (Schaller, 1783), *Laccophilus poecilus* Klug, 1834, *Peltodytes caesus* (Duftschmid, 1805), *Berosus spinosus* (Steven, 1808), *Berosus* sp., *Enochrus fuscipennis* (Thomson, 1884), *Enochrus quadripunctatus* (Herbst, 1797), *Helochares lividus* (Forster, 1771), *Helophorus dorsalis* (Marsham, 1802), *Helophorus* sp., *Laccobius* sp., *Noterus clavicornis* (De Geer, 1774) türleri, Diptera'dan Chironomidae'ye ait bireyler ve Chironomidae pupaları ile *Procladius (Holotanypus)* sp., *Tanypus punctipennis* Meigen, 1818, *Halocladius fucicola* (Edwards, 1926), *Psectrocladius limbatellus* (Holmgren, 1869), *Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758), *Chironomus tentans* Fabricius, 1805, *Cryptochironomus defectus* (Kieffer, 1913), *Kiefferulus tendipediformis* (Goetghebuer, 1921), *Polypedilum convictum* (Walker, 1856),

Polypedilum nubifer (Skuse, 1889), *Cladotanytarsus mancus* (Walker, 1856), *Tanytarsus gregarius* Kieffer, 1909, *Virgatanytarsus arduennensis* (Goetghebuer, 1922) türleri, yine Diptera'dan Ceratopogonoidae, Culicidae, Dixidae, Ephydridae, Stratiomyidae, Tabanidae'ye ait larval bireyler tespit edildi.

Grup bazında değerlendirildiğinde, tespit edilen örneklerin %73 oranla Arthropoda'ya (Ostracoda, Hydrachnidae, Branchiopoda, Malacostraca, Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Chironomidae, Diğer Diptera) ait olduğu gözlenirken, bunu sırasıyla %18 oranı ile Clitellata, %7 oranı ile Mollusca, %1 oranları ile Cnidaria ve Nematoda'nın izlediği görüldü (Şekil 4.1). Arthropodlar içerisindeyse en fazla oranı Diptera (%28) takımının oluşturduğu ve bunda da en büyük payın Chironomidae'ye ait larvalar olduğu gözlendi (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Tespit Edilen Taksonların Grup Bazında Oranları

4.2. Bentik Makroomurgasızlara Ait Kantitatif Bulgular

Çeltik tarlasını sulamada kullanılan su kaynağına göre her bir su kaynağıyla beslenen 2'şer tarladan olmak üzere, (Artezyen suları ile beslenen (A) A1 ve A2 numaralı istasyonlar; Ergene Nehri suyu ile beslenen (E) E1 ve E2 numaralı istasyonlar; Meriç Nehri suyu ile beslenen (M) M1 ve M2 numaralı istasyonlar; Ergene-Meriç Nehirleri'nin suyu ile beslenen (ME) ME1 ve ME2 numaralı istasyonlar) belirlenen toplam 8 çeltik tarlasından ilkbahar, yaz ve sonbahar dönemlerini kapsayacak şekilde2016 ve 2017 yıllarında mevsimsel olarak yapılan örneklemeler sonucunda 55 bentik makroomurgasız taksonu ile m^2'de ortalama 6635 birey tespit edildi (Çizelge 4.2). Örnekleme alanından seçilen tarlalardan 2016 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 8953 birey tespit edilirken, 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 4317 birey bulundu (Çizelge 4.2).

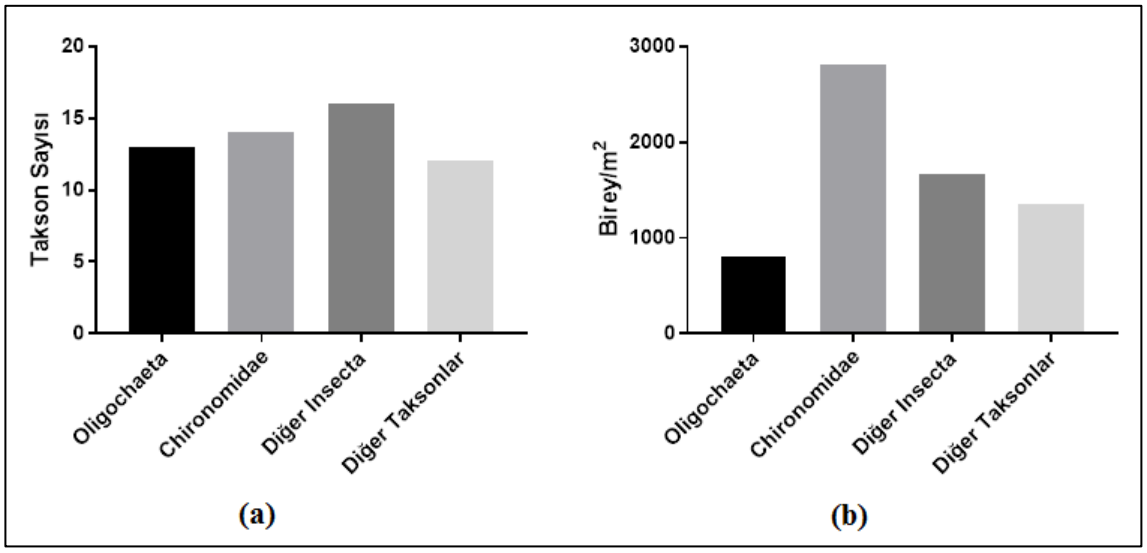
2016 yılı kültivasyon sezonunda m^2'de en fazla birey sayısına 14290 bireyle yaz mevsiminde rastlanmış olup, bunu sırasıyla 11065 bireyle sonbahar ve 1506 bireyle ilkbahar mevsiminin takip ettiği belirlendi (Çizelge 4.2). 2017 yılı kültivasyon sezonunda m^2'de en fazla birey sayısına 5894 bireyle yine yaz mevsiminde rastlanmış olup, bunu sırasıyla 4004 bireyle yine sonbahar ve 3052 bireyle ilkbahar mevsimlerinin takip ettiği tespit edildi (Çizelge 4.2).

Elde edilen taksonlar, içerdikleri tür sayıları dikkate alınarak Oligochaeta, Chironomidae, Diğer Insecta ve Diğer Taksonlar şeklinde gruplandırılarak değerlendirildi. Belirlenen gruplar içerisinde Diğer Insecta grubunun en fazla taksonla (16 takson) temsil edildiği belirlenirken, bunu sırasıyla Chironomidae (14 takson), Oligochaeta (13 takson) ve Diğer Taksonlar (12 takson) gruplarının takip ettiği gözlendi (Şekil 4.2.a).

Chironomidae grubunun m^2'de ortalama 2804 birey sayısıyla en fazla bireye sahip grup olduğu tespit edildi (Şekil 4.2.b). Chironomidae grubu içerisinde en fazla ortalama birey sayısına *P. nubifer* türünün sahip olduğu belirlenirken (969 birey/m^2), bu durumun 2016 yılı kültivasyon sezonunda da değişmediği (1707 birey/m^2) ancak 2017 yılı kültivasyon sezonunda en fazla ortalama birey sayısına Chironomidae'den *T. punctipennis* türünün (515 birey/m^2) sahip olduğu gözlendi (Çizelge 4.2). Chironomidae grubunu Diğer Insecta grubunun m^2'de 1673 bireyle takip ettiği

gözlenirken, bu grupta yer alan ve Coleoptera'ya ait *H. geminus* türünün ortalama olarak m^2'de 1154 bireyle bu oranda büyük katkısı olduğu ve bu durumun hem 2016 hem de 2017 yılındaki kültivasyon sezonu boyunca değişmediği tespit edildi (2016 yılı için 1659 birey/m^2, 2017 yılı için 648 birey/m^2) (Çizelge 4.2). Ortalama olarak m^2'de içerdikleri birey sayısı açısından üçüncü sırada yer alan Diğer Taksonlar grubunda ise (1359 birey/m^2), en fazla bireye sahip taksonun Nematoda olduğu belirlendi (Çizelge 4.2). Oligochaeta grubuna ait bireyler ise 799 birey/m^2 ile temsil edildi.

Ayrıca Oligocaheta'dan *S. heringianus, C. limnaei, P. longiseta, Limnodrilus* sp., Hirudinea'den *E. octoculata,* Gastropoda'dan *Planorbis* sp., Amphipoda'dan *G. komareki,* Hemiptera'dan *S. striata,* Coleoptera'dan *P. caesus, B. spinosus,* Ceratopogonidae, Chironomidae'den *K. tendipediformis ve P. convictum'*a ait bireylere sadece 2016 yılı kültivasyon sezonunda rastlanırken; Cnidaria'dan *Hydra* sp., Oligochaeta'dan *S. lacustris*, Isopoda'dan *A. aquaticus*, Hemiptera'dan *M. scholtzi*, Staphylinidae, Chironomidae'den *Procladius (Holotanypus.)* sp., *P. limbatellus* ve Chironomidae pupasına ait bireylere ise sadece 2017 yılı kültivasyon sezonunda rastlandı (Çizelge 4.2).



Şekil 4.2. Örnekleme İstasyonlarından Kaydedilen Bentik Gruplara Ait Grafikler (**a.** Toplam Takson Sayıları; **b.** m^2'deki Ortalama Birey Sayıları)

Çizelge 4.2. Örnekleme İstasyonlarından Kaydedilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının Mevsimsel Dağılımları (birey/m^2)

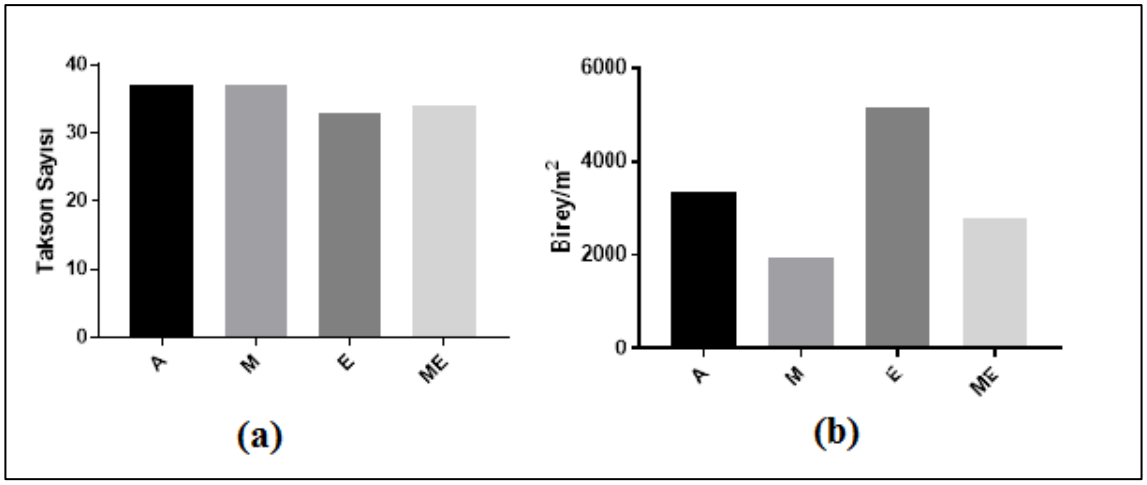
		2016 yılı				2017 yılı				
	Türler/Mevsimler	**İkbh**	**Yaz**	**Snbh**	**Ort**	**İkbh**	**Yaz**	**Snbh**	**Ort**	**Genel Ortalama**
Oligochaeta	Oligochaeta	56	-	400	**152**	22	394	22	**146**	**149**
	H. perpusilla	133	-	-	**44**	228	-	-	**76**	**60**
	L. variegatus	-	-	178	**59**	-	139	-	**47**	**53**
	S. heringianus	-	211	33	**82**	-	-	-	**-**	**41**
	E. tetraedra	6	11	28	**15**	33	22	50	**35**	**25**
	A. furcatus	-	-	28	**9**	-	50	44	**31**	**20**
	C. limnaei	-	-	100	**33**	-	-	-	**-**	**17**
	D. digitata	-	28	-	**9**	-	17	-	**6**	**7**
	P. longiseta	-	11	22	**11**	-	-	-	**-**	**6**
	S. lacustris	-	-	-	**-**	11	72	-	**28**	**14**
	L. hoffmeisteri	-	694	150	**281**	28	856	83	**322**	**302**
	Limnodrilus sp.	-	-	283	**95**	-	-	-	**-**	**47**
	T. tubifex	-	78	211	**97**	61	-	-	**20**	**58**
Chironomidae	Chironomidae	-	183	-	**61**	44	17	-	**21**	**41**
	Chiro. (pupa)	-	-	-	**-**	78	-	-	**26**	**13**
	Procladius (H.) sp.	-	-	-	**-**	-	72	-	**24**	**12**
	T. punctipennis	-	-	56	**18**	94	1394	56	**515**	**267**
	H. fucicola	-	156	-	**52**	528	67	-	**198**	**125**
	P. limbatellus	-	-	-	**-**	17	-	-	**6**	**3**
	C. plumosus	161	1983	44	**729**	56	17	-	**24**	**377**
	C. tentans	-	4178	-	**1393**	689	100	111	**300**	**846**
	C. defectus	-	83	22	**35**	-	39	-	**13**	**24**
	K. tendipediformis	-	6	-	**2**	-	-	-	**-**	**1**
	P. convictum	-	-	428	**143**	-	-	-	**-**	**71**
	P. nubifer	44	2361	2711	**1706**	28	283	389	**233**	**969**
	C mancus	28	-	-	**9**	6	111	-	**39**	**24**
	V. arduennensis	-	150	-	**50**	6	28	-	**11**	**31**

Çizelge 4.2.'nin Devamı

		2016 yılı				2017 yılı				
	Türler/Mevsimler	**İkbh**	**Yaz**	**Snbh**	**Ort**	**İkbh**	**Yaz**	**Snbh**	**Ort**	**Genel Ortalama**
Diğer İnsecta	[a]*C. dipterum*	11	33	222	**89**	-	6	206	**70**	**80**
	[b]*I. elegans*	-	6	28	**11**	-	17	17	**11**	**11**
	[b]*O. albistylum*	-	-	33	**11**	-	28	-	**9**	**10**
	[c]*S. lateralis*	11	11	11	**11**	-	61	50	**37**	**24**
	[c]*S. striata*	-	-	83	**27**	-	-	-	**-**	**14**
	[c]*M. scholtzi*	-	-	-	**-**	-	-	11	**4**	**2**
	[c]Corixidae (nimf)	-	206	-	**69**	-	33	-	**11**	**40**
	[d]*H. geminus*	-	267	4711	**1659**	-	211	1733	**648**	**1154**
	[d]*P. caesus*	72	-	-	**24**	-	-	-	**-**	**12**
	[d]*B. spinosus*	17	-	-	**6**	-	-	-	**-**	**3**
	[d]Staphylinidae	-	-	-	**-**	6	6	-	**4**	**2**
	[d]Coleopt.(larva)	100	117	33	**83**	6	22	44	**24**	**53**
	[e]Ceratopogonidae	6	-	11	**6**	-	-	-	**-**	**3**
	[e]Culicidae	-	6	356	**120**	-	11	861	**291**	**205**
	[e]Ephydridae	-	44	22	**22**	6	156	-	**54**	**58**
	[e]Stratiomyidae	-	33	44	**26**	-	11	44	**19**	**22**
Diğer Taksonlar	*Hydra* sp.	-	-	-	**-**	-	122	-	**40**	**20**
	Nematoda	567	1411	161	**713**	972	422	-	**465**	**589**
	[f]*E. octoculata*	-	22	11	**11**	-	-	-	**-**	**6**
	[g]*P. acuta*	61	306	178	**182**	6	561	144	**237**	**209**
	[g]*G. piscinarum*	-	28	11	**13**	-	94	67	**54**	**33**
	[g]*P. carinatus*	-	189	-	**63**	33	94	-	**43**	**53**
	[g]*Planorbis* sp.	111	33	67	**70**	-	-	-	**-**	**35**
	Ostracoda	122	1378	-	**500**	61	111	-	**57**	**278**
	[h]Hydrachnidae	-	61	6	**22**	-	33	72	**35**	**29**
	[i]Diplostraca	-	-	383	**128**	33	211	-	**81**	**105**
	[j]*G. komareki*	-	6	-	**2**	-	-	-	**-**	**1**
	[k]*A. aquaticus*	-	-	-	**-**	-	6	-	**2**	**1**
	Oligoch. Top	**195**	**1033**	**1433**	**887**	**383**	**1550**	**199**	**711**	**799**
	Chiro. Top.	**233**	**9100**	**3261**	**4198**	**1546**	**2128**	**556**	**1410**	**2804**
	Diğ. Insec. Top.	**217**	**723**	**5554**	**2164**	**18**	**562**	**2966**	**1182**	**1673**
	Diğ. Taks. Top.	**861**	**3434**	**817**	**1704**	**1105**	**1654**	**283**	**1014**	**1359**
	Toplam	**1506**	**14290**	**11065**	**8953**	**3052**	**5894**	**4004**	**4317**	**6635**
	Takson Sayısı	**16**	**32**	**33**	**47**	**24**	**37**	**18**	**42**	**55**

[a]*Ephemeroptera;* [b]*Odonata;* [c]*Hemiptera;* [d]*Coleoptera;* [e]*Diptera;* [f]*Hirudinea;* [g]*Gastropoda;* [h]*Arachnida;* [i]*Branchiopoda;* [j]*Amphipoda;* [k]*Isopoda*

Havzadaki sulama suyu kaynağına göre seçilen istasyonlardan tespit edilen taksonlar ve içerdikleri birey sayıları değerlendirildiğinde ise, artezyen suları ile beslenen istasyonlarda 37 takson ve $m^{2'}$de ortalama 3361 birey, Meriç Nehri ile beslenen istasyonlarda 37 takson ve m^{2}'de ortalama 1953 birey, Ergene Nehri ile beslenen istasyonlarda 33 takson ve m^{2}'de ortalama 5164 birey ve Meriç-Ergene Nehir karışımı ile beslenen istasyonlarda 34 takson ve m^{2}'de ortalama 2792 birey olduğu hesaplandı (Şekil 4.3; Çizelge 4.3).



Şekil 4.3. Örnekleme İstasyonlarından Kaydedilen Bentik Gruplara Ait Grafikler (**a.** Toplam Takson Sayıları; **b.** m^{2}'deki Ortalama Birey Sayıları; A: Artezyen suyu ile beslenen A1 ve A2 istasyonlarının ortalamaları; M: Meriç Nehri suyu ile beslenen M1 ve M2 istasyonlarının ortalamaları; E: Ergene Nehri suyu ile beslenen E1 ve E2 istasyonlarının ortalamaları; ME: Meriç ve Ergene Nehir sularının karışımıyla beslenen ME1 ve ME2 istasyonlarının ortalamaları)

Çizelge 4.3. Örnekleme İstasyonlarından Kaydedilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının İstasyonlara Göre Dağılımları (birey/m^2) (A: Artezyen sularıyla beslenen; M: Meriç Nehri sularıyla beslenen; E: Ergene Nehri sularıyla beslenen; ME: Meriç-Ergene Nehir suyu karışımıyla beslenen istasyonların ortalamaları)

	Türler/İstasyonların Ortalamaları	A	M	E	ME
Oligochaeta	Oligochaeta	144	8	132	15
	H. perpusilla	18	7	-	94
	L. variegatus	-	-	46	59
	S. heringianus	-	61	-	20
	E. tetraedra	28	11	-	11
	A. furcatus	24	17	-	-
	C. limnaei	33	-	-	-
	D. digitata	9	5	-	-
	P. longiseta	4	-	-	7
	S. lacustris	4	4	-	20
	L. hoffmeisteri	304	44	39	217
	Limnodrilus sp.	95	-	-	-
	T. tubifex	-	47	-	71
Chironomidae	Chironomidae	61	9	11	-
	Chironomidae (pupa)	26	-	-	-
	Procladius (H.) sp.	-	11	13	-
	T. punctipennis	26	4	352	152
	H. fucicola	7	71	13	159
	P. limbatellus	6	-	-	-
	C. plumosus	25	111	74	544
	C. tentans	70	57	1393	172
	C. defectus	-	28	3	17
	K. tendipediformis	-	2	-	-
	P. convictum	-	-	143	-
	P. nubifer	48	532	1104	256
	C. mancus	22	22	3	-
	V. arduennensis	22	37	-	2

Çizelge 4.3.'nin Devamı

	Türler/İstasyonların Ortalamaları	A	M	E	ME
Diğer Insecta	[a]*C. dipterum*	4	26	126	4
	[b]*I. elegans*	-	7	7	7
	[b]*O. albistylum*	-	11	9	-
	[c]*S. lateralis*	-	-	19	29
	[c]*S. striata*	-	-	28	-
	[c]*M. scholtzi*	-	-	-	4
	[c]Corixidae (nimf)	2	54	11	13
	[d]*H. geminus*	1251	122	711	222
	[d]*P. caesus*	-	-	-	24
	[d]*B. spinosus*	6	-	-	-
	[d]Staphylinidae	2	2	-	-
	[d]Coleopt.(larva)	7	31	33	35
	[e]Ceratopogonidae	2	-	2	2
	[e]Culicidae	4	126	278	4
	[e]Ephydridae	7	2	66	-
	[e]Stratiomyidae	7	-	24	13
Diğer Taksonlar	*Hydra* sp.	-	-	41	-
	Nematoda	555	141	228	254
	[f]*E. octoculata*	2	2	7	-
	[g]*P. acuta*	52	118	61	187
	[g]*G. piscinarum*	-	-	26	41
	[g]*P. carinatus*	-	34	-	72
	[g]*Planorbis* sp.	11	22	-	37
	Ostracoda	469	69	2	19
	[h]Hydrachnidae	-	17	31	9
	[i]Diplostraca	-	81	128	-
	[j]*G. komareki*	2	-	-	-
	[k]*A. aquaticus*	2	-	-	-
	Oligoc. Top	**663**	**204**	**217**	**514**
	Chiro. Top	**313**	**884**	**3109**	**1302**
	Diğ. Insec. Top.	**1292**	**381**	**1314**	**357**
	Diğ. Taks. Top.	**1093**	**484**	**483**	**619**
	Toplam	**3361**	**1953**	**5164**	**2792**
	Takson Sayısı	37	37	33	34

[a]*Ephemeroptera;* [b]*Odonata;* [c]*Hemiptera;* [d]*Coleoptera;* [e]*Diptera;* [f]*Hirudinea;* [g]*Gastropoda;* [h]*Arachnida;* [i]*Branchiopoda;* [j]*Amphipoda;* [k]*Isopoda*

4.2.1. Artezyen Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Bentik Makroomurgasızlara Ait Kantitatif Bulgular

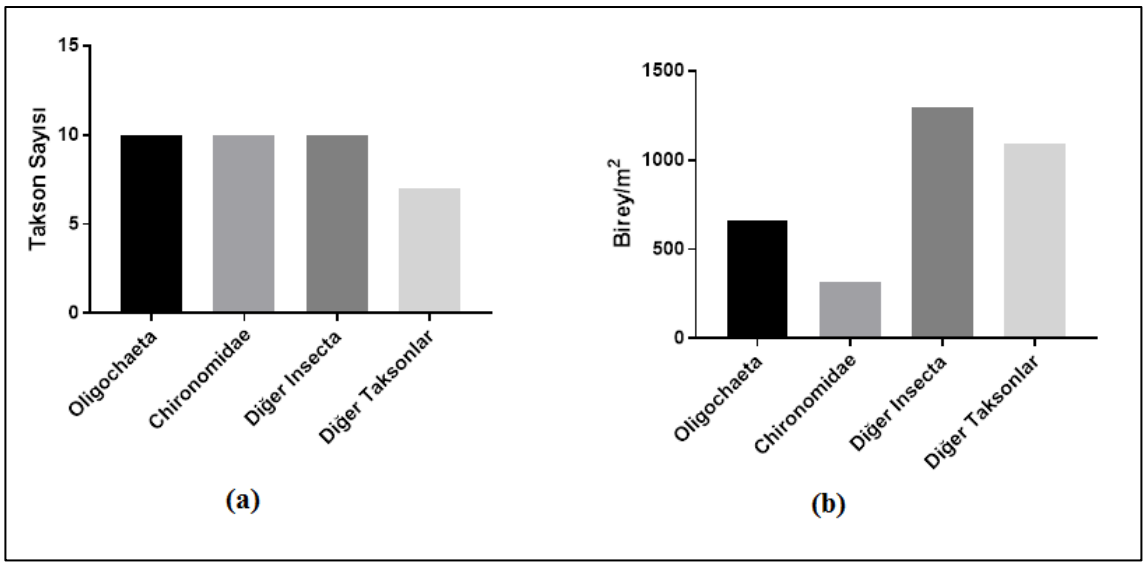
Artezyen suyu ile beslenen çeltik tarlalarından seçilen A1 ve A2 istasyonlarından 2016 ve 2017 yılı kültivasyon sezonlarında elde edilen taksonların mevsimlere göre m^2'deki dağılımları değerlendirildiğinde, 2016 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 5573 birey belirlenirken, 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 1148 birey tespit edildi (Çizelge 4.4).

2016 yılı kültivasyon sezonunda m^2'de en fazla birey sayısına 8644 bireyle sonbahar mevsiminde rastlanmış olup bunu sırasıyla 7421 bireyle yaz mevsiminin ve 655 bireyle ilkbahar mevsiminin takip ettiği gözlendi (Çizelge 4.4). 2017 yılı kültivasyon sezonunda m^2'de en fazla birey sayısına 1344 bireyle ilkbahar mevsiminde rastlanmış olup, bunu sırasıyla 1310 bireyle yaz mevsiminin ve 789 bireyle sonbahar mevsiminin takip ettiği tespit edildi (Çizelge 4.4).

Artezyen suyu ile beslenen istasyonlarda tespit edilen gruplar içerisinde Oligochaeta, Chironomidae ve Diğer Insecta'nın takson sayılarının (10 takson) eşit olduğu belirlenirken, Diğer Taksonlar grubunda toplam 7 takson tespit edildi (Şekil 4.4.a). Ortalama olarak m^2'de Oligochaeta'nın 663 bireyle, Chironomidae'nin 313 bireyle, Diğer Insecta'nın 1292 bireyle ve Diğer Taksonlar grubunun ise 1093 bireyle temsil edildiği gözlendi (Şekil 4.4.b). Diğer Insecta grubunda yer alan Coleoptera'ya ait *H. geminus* türünün ise ortalama olarak m^2'de en fazla birey sayısı içeren takson olduğu (1251 birey/m^2) belirlenirken, 2 kültivasyon sezonu karşılaştırıldığında ise yine *H. geminus* türünün en fazla birey sayısına sahip olduğu (2207 birey/m^2), ancak 2017 yılında ortalama olarak m^2'de en fazla birey sayısı içeren taksonun 359 bireyle Nematoda olduğu belirlendi (Çizelge 4.4).

Ayrıca, Coleoptera'dan *B. spinosus,* Coleoptera larvası, Ceratopogonoidae, Oligochaeta'dan *C. limnaei, D. digitata, Limnodrius* sp., *P. longiseta,* Ephemeroptera'dan *C. dipterum,* Chironomidae, Corixidae nimfi, *E. octoculata, G. komareki,* Ostracoda, *P. acuta, Planorbis* sp., *P. nubifer,* Stratiomyidae ve *V. arduennensis* taksonlarına sadece 2016 yılı kultivasyon döneminde rastlanırken; *A. aquaticus,* Chironomidae'den Chironomidae pupası, *C. tentans, C. mancus, H.*

fucicola, P. limbatellus, Staphilidae, *S. lacustris* ve *T. punctipennis* taksonlarına sadece 2017 yılı kültivasyon sezonunda rastlandı (Çizelge 4.4).



Şekil 4.4. Artezyen Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Kaydedilen Gruplara Ait Grafikler (**a.** Toplam Takson Sayıları; **b.** m^2'deki Ortalama Birey Sayıları)

Çizelge 4.4. Artezyen Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Kaydedilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının Mevsimsel Dağılımları (birey/m^2)

	Artezyen	**2016**										**2017**										
	Mevsimler/ Türler	**İlkbahar**			**Yaz**			**Sonbahar**				**İkbahar**			**Yaz**			**Sonbahar**				
		A1	**A2**	**Ort**	**A1**	**A2**	**Ort**	**A1**	**A2**	**Ort**	**Ort**	**A1**	**A2**	**Ort**	**A1**	**A2**	**Ort**	**A1**	**A2**	**Ort**	**Ort**	**Gnl Ort**
Oligochaeta	Oligochaeta	-	44	22	-	-	-	-	1600	800	**274**	-	-	-	-	-	-	-	88	44	**15**	**144**
	H. perpusilla	155	45	100	-	-	-	-	-	-	**33**	22	-	11	-	-	-	-	-	-	**4**	**18**
	E. tetraedra	-	-	-	-	44	22	88	-	44	**22**	-	134	67	-	22	11	44	-	22	**33**	**28**
	A. furcatus	-	-	-	-	-	-	112	-	56	**18**	-	-	-	-	-	-	178	-	89	**30**	**24**
	C. limnaei	-	-	-	-	-	-	400	-	200	**67**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**33**
	D. digitata	-	-	-	-	112	56	-	-	-	**19**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**9**
	P. longiseta	-	-	-	-	44	22	-	-	-	**7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**4**
	S. lacustris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	44	-	22	-	-	-	-	-	-	**7**	**4**
	L. hoffmeisteri	-	-	-	-	2712	1356	600	-	300	**552**	-	-	-	-	-	-	-	334	167	**56**	**304**
	Limnodrilus sp.	-	-	-	-	-	-	-	1134	567	**189**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**95**
Chironomidae	Chiro. (pupa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	312	156	-	-	-	-	-	-	**52**	**26**
	Chironomidae	-	-	-	743	-	367	-	-	-	**122**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**61**
	H. fucicola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	88	-	44	-	-	-	-	-	-	**14**	**7**
	T. punctipennis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	44	-	22	266	-	133	-	-	-	**52**	**26**
	P. limbatellus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	66	-	33	-	-	-	-	-	-	**11**	**6**
	C. plumosus	-	156	78	-	22	11	-	-	-	**30**	90	22	56	-	-	-	-	-	-	**19**	**25**
	C. tentans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	644	-	322	200	-	100	-	-	-	**141**	**70**
	P. nubifer	-	178	89	400	-	200	-	-	-	**96**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**48**
	C. mancus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	266	-	133	-	-	-	**44**	**22**
	V. arduennensis	-	-	-	177	89	133	-	-	-	**45**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**22**

Çizelge 4.4.'ün Devamı

	Artezyen	2016										2017										
	Mevsimler/ Türler	İlkbahar			Yaz			Sonbahar				İlkbahar			Yaz			Sonbahar				
		A1	A2	Ort	A1	A2	Ort	A1	A2	Ort	Ort	A1	A2	Ort	A1	A2	Ort	A1	A2	Ort	Ort	Gnl Ort.
Diğer Insecta	[a]Ceratopog.	-	-	-	-	-	-	-	22	11	**4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**2**
	[b]*C. dipterum*	-	-	-	-	-	-	-	44	22	**7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**4**
	[c]Corixid (nimf)	-	-	-	22	-	11	-	-	-	**4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**2**
	[d]Colpt. (larva)	22	-	11	66	-	33	-	-	-	**15**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**7**
	[d]*H. geminus*	-	-	-	155	245	200	466	12378	6422	**2207**	-	-	-	844	-	422	778	156	467	**296**	**1251**
	[d]*B. spinosus*	66	-	33	-	-	-	-	-	-	**11**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**6**
	[d]Staphilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	22	-	11	-	-	-	**4**	**2**
	[a]Culicidae	-	-	-	-	-	-	-	22	11	**4**	-	-	-	22	-	11	-	-	-	**4**	**4**
	[a]Ephydridae	-	-	-	66	-	33	-	-	-	**11**	22	-	11	-	-	-	-	-	-	**3**	**7**
	[a]Stratiomyidae	-	-	-	-	66	33	22	-	11	**14**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**7**
Diğer Taksonlar	Nematoda	-	466	233	133	3911	2022	-	-	-	**752**	467	733	600	956	-	478	-	-	-	**359**	**555**
	[e]*E. octoculata*	-	-	-	-	-	-	-	22	11	**4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**2**
	[f]*P. acuta*	-	-	-	66	178	122	222	156	189	**103**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**52**
	[f]*Planorbis* sp.	-	-	-	-	134	67	-	-	-	**22**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**11**
	Ostracoda	178	-	89	177	3267	2722	-	-	-	**937**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**469**
	[g]*G. komareki*	-	-	-	22	-	11	-	-	-	**4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**2**
	[h]*A. aquaticus*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	22	-	11	-	-	-	**4**	**2**
	Oligoc. Top			**122**			**1456**			**1967**	**1181**			**100**			**11**			**322**	**145**	**663**
	Chiro. Top			**167**			**711**			**-**	**293**			**633**			**366**			**-**	**333**	**313**
	Diğ. Insec. Top.			**44**			**310**			**6477**	**2277**			**11**			**444**			**467**	**307**	**1292**
	Diğ. Taks. Top.			**322**			**4944**			**200**	**1822**			**600**			**489**			**-**	**363**	**1093**
	Toplam			**655**			**7421**			**8644**	**5573**			**1344**			**1310**			**789**	**1148**	**3361**
	Takson Sayısı			**8**			**19**			**13**	**28**			**11**			**9**			**5**	**19**	**37**

[a]Diptera; [b]Ephemeroptera; [c]Hemiptera; [d]Coleoptera; [e]Hirudinea; [f]Gastropoda; [g]Amphipoda; [h]Isopod

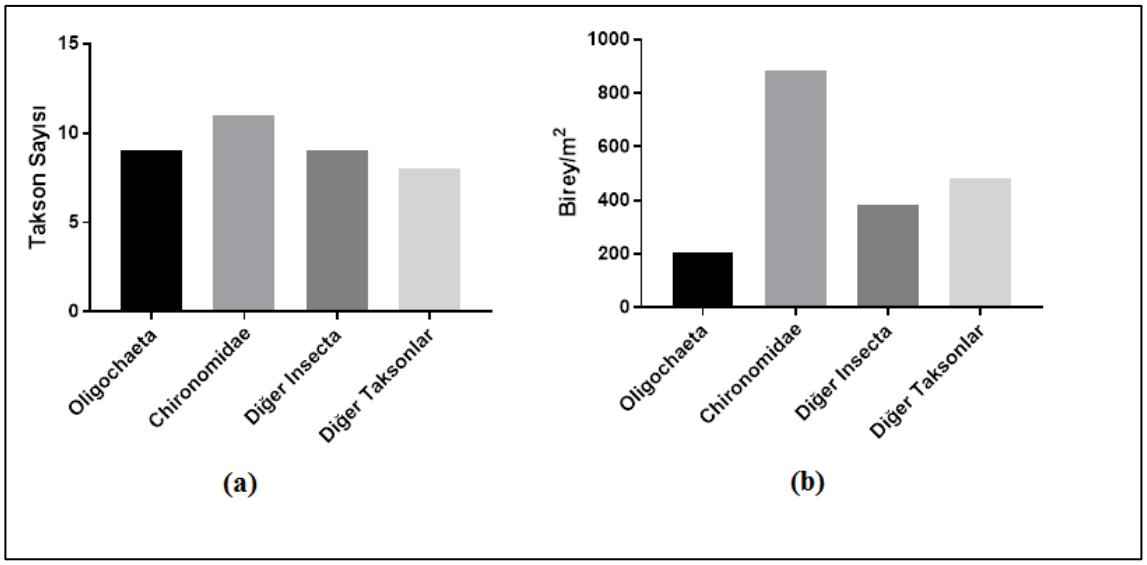
4.2.2. Meriç Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Bentik Makroomurgasızlara Ait Kantitatif Bulgular

Meriç Nehri suyu ile beslenen çeltik tarlalarından seçilen M1 ve M2 istasyonlardan 2016 ve 2017 yılı kültivasyon sezonlarında elde edilen taksonların mevsimlere göre m^2'deki dağılımları değerlendirildiğinde, 2016 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 2181 birey belirlenirken, 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 1722 birey kaydedildi (Çizelge 4.5).

2016 yılı kültivasyon sezonunda m^2'de en fazla birey sayısına 5434 bireyle yaz mevsiminde rastlanmış olup bunu sırasıyla 756 bireyle ilkbahar ve 355 bireyle sonbahar mevsiminin takip ettiği gözlendi (Çizelge 4.5). 2017 yılı kültivasyon sezonunda m^2'de en fazla birey sayısına 2200 bireyle yaz mevsiminde rastlanmış olup, bunu sırasıyla 1890 bireyle sonbahar ve 1078 bireyle ilkbahar mevsiminin takip ettiği tespit edildi (Çizelge 4.5).

Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonlarda tespit edilen gruplar içerisinde en fazla taksonla temsil edilen Chironomidae'nin (11 takson) aynı zamanda m^2'de ortalama en fazla bireye (884 birey/$m^{2)}$ sahip olduğu gözlendi (Çizelge 4.5). Bunu sırasıyla 10'ar taksonla Oligochaeta ve Diğer Insecta gruplarıyla 9 takson içeren Diğer Taksonlar grubunun takip ettiği belirlendi (Şekil 4.5.a). Ortalama olarak m^2'de Diğer Gruplar'ın 484 bireyle, Diğer Insecta'nın 381 bireyle ve Oligochaeta'nın ise 204 bireyle temsil edildiği görülürken (Şekil 4.5.b), Chironomidae'ye ait *P. nubifer* türünün ortalama olarak m^2'de en fazla birey sayısı içeren takson olduğu (532 birey/m^2) gözlendi (Çizelge 4.5). 2016 kültivasyon sezonunda *P. nubifer* türünün ortalama olarak m^2'de en fazla birey sayısı içeren takson olduğu (963 birey/m^2), 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda ise ortalama olarak m^2'de en fazla birey sayısı içeren taksonun 252 bireyle Culicidae olduğu belirlendi (Çizelge 4.5). Oligochaeta ve Diğer Insecta en fazla taksonla temsil edilen grup (9 takson) olurken, Oligochaeta içerisinde en fazla ortalama birey sayısına *S. heringianus* türünün sahip olduğu belirlenirken (61 birey/m^2), Diğer Insecta içerisinde en fazla ortalama birey sayısına Culicidae taksonunun sahip olduğu (126 birey/m^2) belirlendi (Çizelge 4.5).

Ayrıca Corixidae nimfi, *C. defectus, E. octoculata, K. tendipediformis, Planorbis* sp. ve *S. heringianus* sadece 2016 kültivasyon döneminde rastlanırken; *A. furcatus,* Chironomidae, *C. tentans,* Culicidae, *D. digitata,* Diplostraca, *E. tetraedra,* Ephydridae, *Procladius (H.)* sp., Staphilidae, *S. lacustris* ve *T. punctipennis* taksonlarına sadece 2017 yılı kültivasyon sezonunda rastlandı (Çizelge 4.5).



Şekil 4.5. Meriç Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Kaydedilen Gruplara Ait Grafikler (**a.** Toplam Takson Sayıları; **b.** m^2'deki Ortalama Birey Sayıları)

Çizelge 4.5. Meriç Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Kaydedilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının Mevsimsel Dağılımları (birey/m^2)

	Meriç	**2016**										**2017**										
	Türler/Mevsimler	**İlkbahar**			**Yaz**			**Sonbahar**				**İlkbahar**			**Yaz**			**Sonbahar**				
		M1	**M2**	**Ort**	**M1**	**M2**	**Ort**	**M1**	**M2**	**Ort**	**Ort**	**M1**	**M2**	**Ort**	**M1**	**M2**	**Ort**	**M1**	**M2**	**Ort**	**Ort**	**Gnl Ort**
Oligochaeta	Oligochaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	-	44	-	-	-	-	-	-	**15**	**8**
	H. perpusilla	44	-	22	-	-	-	-	-	-	**7**	44	-	22	-	-	-	-	-	-	**7**	**7**
	S. heringianus	-	-	-	-	600	300	-	134	67	**123**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**61**
	E. tetraedra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	11	112	-	56	**22**	**11**
	A. furcatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	-	100	-	-	-	**33**	**17**
	D. digitata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	-	33	-	-	-	**11**	**5**
	S. lacustris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-	22	-	-	-	**8**	**4**
	L. hoffmeisteri	-	-	-	66	-	33	-	-	-	**11**	-	112	56	256	-	178	-	-	-	**78**	**44**
	T. tubifex	-	-	-	312	-	156	-	-	-	**52**	244	-	122	-	-	-	-	-	-	**41**	**47**
Chironomidae	Chironomidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112	56	-	-	-	-	-	-	**18**	**9**
	Procladius (H.) sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	134	-	67	-	-	-	**22**	**11**
	T. punctipennis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	22	-	-	-	**7**	**4**
	H. fucicola	-	-	-	-	622	311	-	-	-	**104**	-	44	22	-	178	89	-	-	-	**37**	**71**
	C. defectus	-	-	-	334	-	167	-	-	-	**55**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**28**
	K. tendipediformis	-	-	-	22	-	11	-	-	-	**3**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**2**
	P. nubifer	-	-	-	1400	4378	2889	-	-	-	**963**	-	112	56	44	-	22	288	156	222	**100**	**532**
	C. plumosus	488	-	244	734	-	367	-	-	-	**204**	112	-	56	-	-	-	-	-	-	**19**	**111**
	C. tentans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	244	122	-	-	-	444	-	222	**115**	**57**
	C. mancus	112	-	56	-	-	-	-	-	-	**19**	-	22	11	-	134	67	-	-	-	**26**	**22**
	V. arduennensis	-	-	-	-	334	167	-	-	-	**56**	-	-	-	-	112	56	-	-	-	**19**	**37**

Çizelge 4.5.'in Devamı

	Meriç	2016										2017										
	Türler/Mevsimler	İlkbahar			Yaz			Sonbahar				İlkbahar			Yaz			Sonbahar				
		M1	M2	Ort	M1	M2	Ort	M1	M2	Ort	Ort	M1	M2	Ort	M1	M2	Ort	M1	M2	Ort	Ort	Gnl
Diğer Insecta	[a]*C. dipterum*	44	-	22	88	-	44	-	44	22	**29**	-	-	-	-	22	11	112	-	56	**22**	**26**
	[b]*I. elegans*	-	-	-	-	-	-	-	22	11	**4**	-	-	-	-	66	33	-	-	-	**11**	**7**
	[b]*O. albistylum*	-	-	-	-	-	-	-	22	11	**4**	-	-	-	112	-	56	-	-	-	**19**	**11**
	[c]Corixid (nimf)	-	-	-	622	22	322	-	-	-	**107**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**54**
	[d]Colept (larva)	-	-	-	88	-	44	-	66	33	**26**	-	22	11	22	-	11	111	67	89	**37**	**31**
	[d]*H. geminus*	-	-	-	534	-	267	-	134	67	**111**	-	-	-	-	-	-	333	467	400	**133**	**122**
	[d]Staphilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	22	11	-	-	-	-	-	-	**4**	**2**
	[e]Culicidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	-	-	1512	-	756	**252**	**126**
	[e]Ephydridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	22	11	-	-	-	**4**	**2**
Diğer Taksonlar	Nematoda	512	-	256	336	-	167	-	-	-	**141**	844	-	422	-	-	-	-	-	-	**141**	**141**
	[f]*E. octoculata*	-	-	-	-	-	-	-	22	11	**4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**2**
	Ostracoda	312	-	156	66	-	33	-	-	-	**63**	-	-	-	-	444	222	-	-	-	**74**	**69**
	[g]*P. acuta*	-	-	-	-	156	78	-	-	-	**26**	-	-	-	-	1156	578	-	112	56	**211**	**118**
	[g]*P. carinatus*	-	-	-	-	22	11	-	-	-	**4**	-	-	-	-	378	189	-	-	-	**63**	**34**
	[g]*Planorbis* sp.	-	-	-	-	-	-	-	266	133	**44**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**22**
	[h]Hydrachnidae	-	-	-	134	-	67	-	-	-	**22**	-	-	-	-	-	-	66	-	33	**11**	**17**
	[i]Diplostraca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	134	-	67	-	844	422	-	-	-	**163**	**81**
	Oligoc. Top.			**22**			**489**			**67**	**193**			**244**			**344**			**56**	**215**	**204**
	Chiro. Top.			**300**			**3912**			**-**	**1404**			**323**			**323**			**444**	**363**	**884**
	Diğ. Insec. Top.			**22**			**677**			**144**	**281**			**22**			**122**			**1301**	**482**	**381**
	Diğ. Taks. Top.			**412**			**356**			**144**	**304**			**489**			**1411**			**89**	**663**	**484**
	Toplam			**756**			**5434**			**355**	**2182**			**1078**			**2200**			**1890**	**1723**	**1953**
	Takson Sayısı			**6**			**18**			**8**	**24**			**14**			**20**			**9**	**31**	**37**

[a]Ephemeroptera; [b]Odonata; [c]Hemiptera; [d]Coleoptera; [e]Diptera; [f]Hirudinea; [g]Gastropoda; [h]Arachnida; [i]Branchiopoda

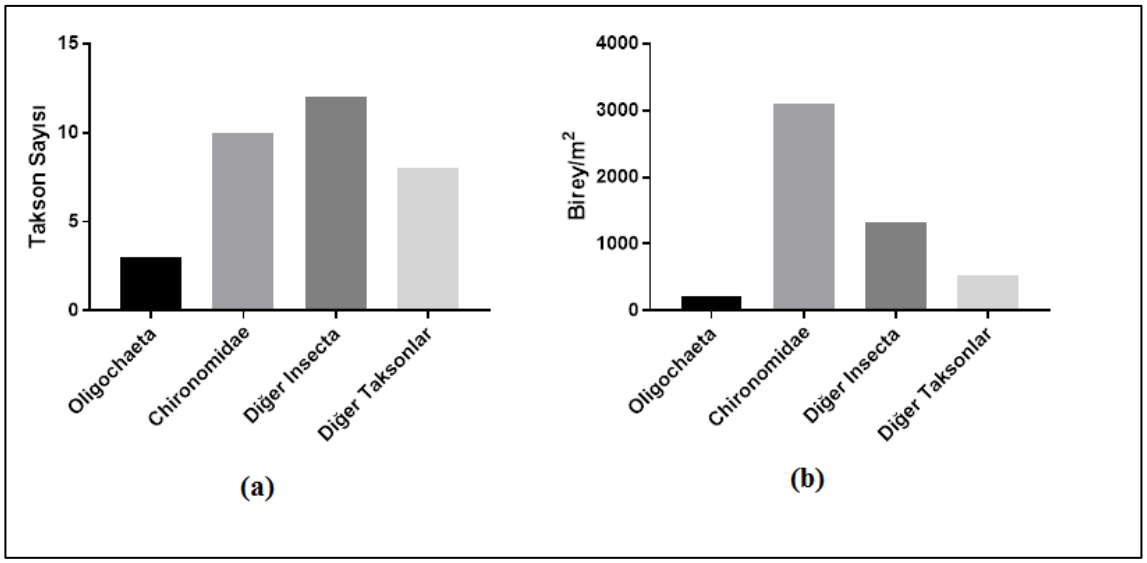
4.2.3. Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Bentik Makroomurgasızlara Ait Kantitatif Bulgular

Ergene Nehri suyu ile beslenençeltik tarlalarından seçilen E1 ve E2 istasyonlardan 2016 ve 2017 yılı kültivasyon sezonlarında elde edilen taksonların mevsimlere göre m^2'deki dağılımları değerlendirildiğinde, 2016 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 7577 birey belirlenirken, 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 2751 birey bulunduğu tespit edildi (Çizelge 4.6).

2016 yılı kültivasyon sezonunda m^2'de en fazla birey sayısına 12177 bireyle sonbahar mevsiminde rastlanmış olup bunu sırasıyla 10443 bireyle yaz mevsimi ve 111 bireyle ilkbahar mevsiminin takip ettiği gözlendi (Çizelge 4.6). 2017 yılı kültivasyon sezonunda m^2'de en fazla birey sayısına 4909 bireyle yaz mevsiminde rastlanmış olup, bunu sırasıyla 3090 bireyle sonbahar ve 255 bireyle ilkbahar mevsiminin takip ettiği tespit edildi (Çizelge 4.6).

Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonlarda tespit edilen gruplar içerisinde en fazla taksonla Diğer Insecta'nın (12 takson) temsil edildiği belirlenirken, bunu sırasıyla Chironomidae (10 takson), Diğer Taksonlar (8 takson) ve Oligochaeta (3 takson) gruplarının takip ettiği belirlendi (Şekil 4.6.a). Ortalama olarak m^2'de en fazla bireye sahip grubun 3109 bireyle Chironomidae'nin olduğu ve bunu sırasıyla Diğer Insecta grubunun 1314 bireyle, Diğer Taksonlar grubunun 524 bireyle ve Oligochaeta grubunun 217 bireyle takip ettiği gözlendi (Şekil 4.6.b). Chironomidae'ye ait *C. tentans* türünün ortalama olarak m^2'de en fazla birey sayısı içeren takson olduğu (1393 birey/m^2) belirlenirken, 2016 yılı kültivasyon sezonunda da yine *C. tentans* türünün ortalama olarak m^2'de en fazla birey sayısı içeren takson olduğu (2785 birey/m^2), 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda ise 667 bireyle Chironomidae'ye ait *T. punctipennis* türünün m^2'de en fazla birey sayısına sahip olduğu belirlendi (Çizelge 4.6). Tespit edilen gruplar içerisinde sadece 3 taksonla temsil edilen Oligochaeta'ya 2016 yılı kültivasyon sezonunda hiç rastlanmazken, 2017 yılı kültivasyon sezonunda ise 1300 bireyle sadece yaz mevsiminde rastlandı (Çizelge 4.6).

Ayrıca Ceratopogonoidae, *C. plumosus, C. tentans,* Diplostraca, *E. octoculata, I. elegans, O. albistylum, P. convictum* ve *S. striata* ait bireylere sadece 2016 yılı kültivasyon sezonunda rastlanırken; Chironomidae, *C. mancus, C. defectus, H. fucicola, Hydra* sp., *L. hoffmeisteri, L. variegatus,* Oligochaeta, Ostracoda ve *Procladius (H.)* sp. taksonlarına ait bireylere sadece 2017 yılında rastlandı (Çizelge 4.6).



Şekil 4.6. Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Kaydedilen Gruplara Ait Grafikler (**a.** Toplam Takson Sayıları; **b.** m^2'deki Ortalama Birey Sayıları)

Çizelge 4.6. Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Kaydedilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının Mevsimsel Dağılımları (birey/m^2)

	Ergene	**2016**										**2017**										
	Türler/Mevsimler	**İlkbahar**			**Yaz**			**Sonbahar**				**İlkbahar**			**Yaz**			**Sonabahar**				
		E1	**E2**	**Ort**	**E1**	**E2**	**Ort**	**E1**	**E2**	**Ort**	**Ort**	**E1**	**E2**	**Ort**	**E1**	**E2**	**Ort**	**E1**	**E2**	**Ort**	**Ort**	**Gnl Ort**
Oligoc.	Oligochaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1578	789	-	-	-	**263**	**132**
	L. variegatus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	556	278	-	-	-	**93**	**46**
	L. hoffmeisteri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	466	233	-	-	-	**78**	**39**
Chironomidae	Chironomidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	33	-	66	33	-	-	-	**22**	**11**
	P. (H.) sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	-	78	-	-	-	**26**	**13**
	T. punctipennis	-	-	-	-	-	-	-	222	111	**37**	-	-	-	3467	533	2000	-	-	-	**667**	**352**
	H. fucicola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	33	-	88	44	-	-	-	**26**	**13**
	C. defectus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	22	-	-	-	**7**	**3**
	P. convictum	-	-	-	-	-	-	-	1712	856	**286**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**143**
	P. nubifer	-	-	-	-	1666	833	867	9977	5422	**2085**	-	-	-	622	-	311	112	-	56	**122**	**1104**
	C. plumosus	-	-	-	-	712	356	178	-	89	**148**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**74**
	C. tentans	-	-	-	-	16712	8356	-	-	-	**2785**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**1393**
	C. mancus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	22	-	-	-	**7**	**3**

Çizelge 4.6'nın Devamı

	Ergene	2016										2017										
	Türler/Mevsimler	İlkbahar			Yaz			Sonbahar				İlkbahar			Yaz			Sonbahar				
		E1	E2	Ort	E1	E2	Ort	E1	E2	Ort	Ort	E1	E2	Ort	E1	E2	Ort	E1	E2	Ort	Ort	Gnl Ort
	[a]Ceratopog.	-	-	-	-	-	-	-	22	11	**4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**2**
	[b]*C. dipterum*	-	-	-	-	-	-	800	-	400	**133**	-	-	-	-	-	-	712	-	356	**119**	**126**
Diğer Insecta	[c]*I. elegans*	-	-	-	-	-	-	-	88	44	**14**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**7**
	[c]*O. albistylum*	-	-	-	-	-	-	-	112	56	**19**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**9**
	[d]Corixidae (nimf)	-	-	-	-	88	44	-	-	-	**14**	-	-	-	44	-	22	-	-	-	**7**	**11**
	[d]*S. lateralis*	44	-	22	-	44	22	-	44	22	**22**	-	-	-	88	-	44	-	-	-	**15**	**19**
	[d]*S. striata*	-	-	-	-	-	-	334	-	167	**56**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**28**
	[e]Coleopt. (larva)	-	-	-	-	266	133	-	66	33	**56**	-	-	-	66	-	33	-	-	-	**11**	**33**
	[e]*H. geminus*	-	-	-	-	66	33	156	5710	2933	**989**	-	-	-	-	-	-	2600	-	1300	**433**	**711**
	[a]Culicidae	-	-	-	-	-	-	1000	400	700	**233**	-	-	-	-	-	-	1934	-	967	**322**	**278**
	[a]Ephydridae	-	-	-	-	112	56	-	88	44	**33**	-	-	-	88	512	300	-	-	-	**100**	**66**
	[a]Stratiomyidae	-	-	-	-	66	33	-	-	-	**11**	-	-	-	-	44	22	178	-	89	**37**	**24**
Diğer Taksonlar	*Hydra* sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	488	244	-	-	-	**81**	**41**
	Nematoda	178	-	89	222	622	422	-	644	322	**278**	334	-	167	734	-	367	-	-	-	**178**	**228**
	[f]*E. octoculata*	-	-	-	-	88	44	-	-	-	**14**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**7**
	[g]*P. acuta*	-	-	-	-	222	111	200	135	167	**93**	-	22	11	-	-	-	156	-	78	**30**	**61**
	[g]*G. piscinarum*	-	-	-	-	-	-	44	-	22	**7**	-	-	-	-	-	-	266	-	133	**44**	**26**
	Ostracoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	22	11	-	-	-	-	-	-	**4**	**2**
	[h]Hydrachnidae	-	-	-	-	-	-	22	-	11	**4**	-	-	-	134	-	67	222	-	111	**59**	**31**
	[i]Diplostraca	-	-	-	-	-	-	1534	-	767	**256**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**128**
	Oligoch. Top.			**-**			**-**			**-**	**-**			**-**			**1300**			**-**	**434**	**217**
	Chirono. Top			**-**			**9545**			**6478**	**5341**			**66**			**2510**			**56**	**877**	**3109**
	Diğ. Insec. Top			**22**			**321**			**4410**	**1584**			**-**			**421**			**2712**	**1044**	**1314**
	Diğ. Taks. Top.			**89**			**577**			**1289**	**652**			**189**			**678**			**322**	**396**	**524**
	Toplam			**111**			**10443**			**12177**	**7577**			**255**			**4909**			**3090**	**2751**	**5164**
	Takson Sayısı			**2**			**12**			**19**	**23**			**5**			**18**			**8**	**24**	**33**

[a]Diptera; [b]Ephemeroptera; [c]Odonata; [d]Hemiptera; [e]Coleoptera; [f]Hirudinea; [g]Gastropoda; [h]Arachnida; [i]Branchiopoda

4.2.4. Meriç-Ergene Nehri Suları ile Beslenen İstasyonlarda Bentik Makroomurgasızlara Ait Kantitatif Bulgular

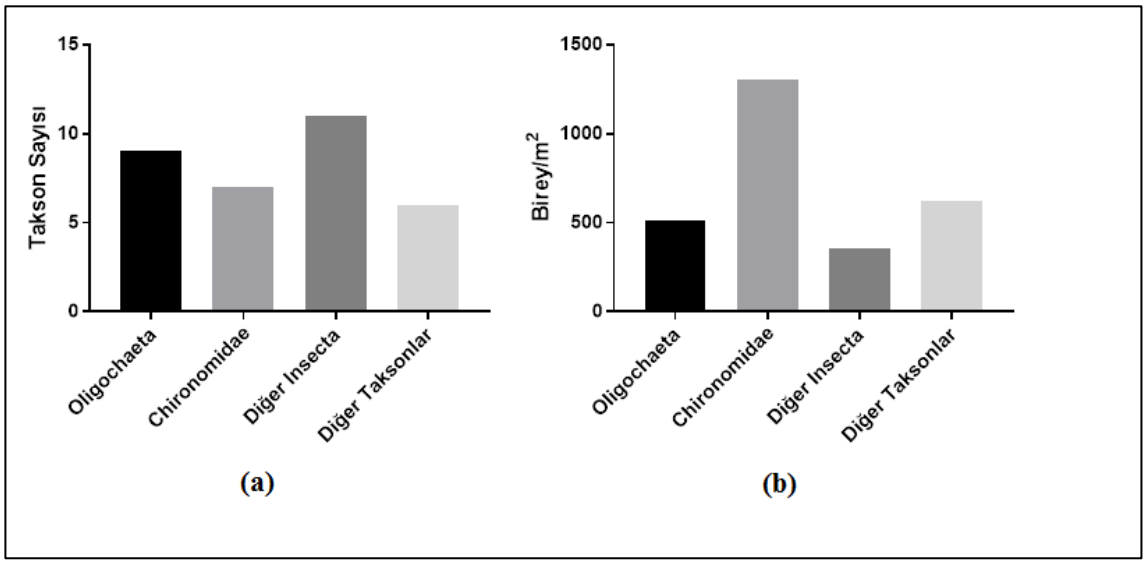
Meriç-Ergene Nehir suyu karışımı ile beslenen çeltik tarlalarından seçilen ME1 ve ME2 istasyonlardan 2016 ve 2017 yılı kültivasyon sezonlarında elde edilen taksonların mevsimlere göre m^2'deki dağılımları değerlendirildiğinde, 2016 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 2573 birey belirlenirken, 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 3011 birey bulunduğu kaydedildi (Çizelge 4.7).

2016 yılı kültivasyon sezonunda m^2'de en fazla birey sayısına 5277 bireyle yaz mevsiminde rastlanmış olup bunu sırasıyla 1488 bireyle ilkbahar ve 955 bireyle sonbahar mevsiminin takip ettiği gözlendi (Çizelge 4.7). 2017 yılı kültivasyon sezonunda m^2'de en fazla birey sayısına 3423 bireyle ilkbahar mevsiminde rastlanmış olup, bunu sırasıyla 3365 bireyle yaz mevsiminin ve 2244 bireyle sonbahar mevsiminin takip ettiği tespit edildi (Çizelge 4.7).

Meriç-Ergene Nehir suyu karışımı ile beslenen istasyonlarda tespit edilen gruplar içerisinde en fazla taksona Diğer Insecta'nın (11 takson) sahip olduğu gözlenirken, bunu 9 taksonla Oligochaeta'nın ve 7'şer taksonla Chironomidae ve Diğer Taksonlar gruplarının takip ettiği belirlendi (Şekil 4.7.a). Ortalama olarak m^2'de Oligochaeta'nın 514 bireyle, Chironomidae'nin 1302 bireyle, Diğer Insecta'nın 357 bireyle ve Diğer Taksonlar'ın ise 619 bireyle temsil edildiği görülürken (Şekil 4.7.b), Chironomidae'ye ait *C. plumosus* türünün ortalama olarak m^2'de en fazla birey sayısı içeren takson olduğu (544 birey/m^2) gözlendi (Çizelge 4.6). 2016 kültivasyon sezonunda da yine *C. plumosus* türünün ortalama olarak m^2'de en fazla birey sayısı içeren takson olduğu (1077 birey/m^2), 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda ise 433 bireyle Oligochaeta'ya ait *L. hoffmeisteri* türünün ve Coleoptera'ya ait *H. geminus* türünün olduğu belirlendi (Çizelge 4.7).

Ayrıca, Ceratopogonoidae, *C. dipterum*, Coleoptera larvası, Hydrachnidae, *L. variegatus, P. caesus, Planorbis* sp., Oligochaeta, *P. longiseta,* Stratiomyidae, *S. heringianus* ve *T. tubifex* taksonlarına ait bireylere sadece 2016 yılı kültivasyon döneminde rastlanırken; *C. tentans, H. fucicola, L. hoffmeisteri, M. scholtzi,*

Ostracoda, *S. lateralis, S. lacustris, T. punctipennis* ve *V. Arduenensis* taksonlarına sadece 2017 yılı kültivasyon sezonunda rastlandı (Çizelge 4.7).



Şekil 4.7. Meriç-Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlarda Kaydedilen Gruplara Ait Grafikler (**a.** Toplam Takson Sayıları; **b.** m^2'deki Ortalama Birey Sayıları)

Çizelge 4.7. Meriç-Ergene Nehir Suları ile Beslenen İstasyonlardan Kaydedilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının Mevsimsel Dağılımları (birey/m^2)

	Meriç-Ergene	**2016**										**2017**										
	Mevsimler/ Türler	**İlkbahar**			**Yaz**			**Sonbahar**				**İlkbahar**			**Yaz**			**Sonbahar**				
		ME1	**ME2**	**Ort**	**ME1**	**ME2**	**Ort**	**ME1**	**ME2**	**Ort**	**Ort**	**ME1**	**ME2**	**Ort**	**ME1**	**ME2**	**Ort**	**ME1**	**ME2**	**Ort**	**Ort**	**Gnl Ort**
Oligochaeta	Oligochaeta	178	-	89	-	-	-	-	-	-	**29**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**15**
	H. perpusilla	288	-	144	-	-	-	-	-	-	**48**	844	-	422	-	-	-	-	-	-	**141**	**94**
	L. variegatus	-	-	-	-	-	-	-	712	356	**118**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**59**
	S. heringianus	-	-	-	-	244	122	-	-	-	**41**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**20**
	E. tetraedra	22	-	11	-	-	-	-	22	11	**7**	-	-	-	-	44	22	44	-	22	**15**	**11**
	P. longiseta	-	-	-	-	-	-	-	88	44	**15**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**7**
	S. lacustris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	244	122	-	-	-	**40**	**20**
	L. hoffmeisteri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	-	-	-	2600	1300	-	-	-	**433**	**217**
	T. tubifex	--	-	-	-	-	-	-	844	422	**141**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	**71**
Chironomidae	*T. punctipennis*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	334	-	167	-	1266	633	-	222	111	**304**	**152**
	H. fucicola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	1912	-	956	-	-	-	-	-	-	**318**	**159**
	C. defectus	-	-	-	-	-	-	-	88	44	**15**	-	-	-	-	112	56	-	-	-	**19**	**17**
	P. nubifer	-	-	-	-	1600	800	-	-	-	**267**	-	-	-	44	422	233	400	600	500	**244**	**256**
	C. plumosus	-	-	-	5022	1444	3233	-	-	-	**1077**	-	-	-	66	-	33	-	-	-	**11**	**544**
	C. tentans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	1866	-	933	-	200	100	-	-	-	**344**	**172**
	V. arduenensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**-**	-	22	11	-	-	-	-	-	-	**4**	**2**

Çizelge 4.7.'nin Devamı

	Meriç-Ergene	2016										2017										
	Türler/Mevsim	İlkbahar			Yaz			Sonbahar				İlkbahar			Yaz			Sonbahar				
		ME1	ME2	Ort	ME1	ME2	Ort	ME1	ME2	Ort	Ort	ME1	ME2	Ort	ME1	ME2	Ort	ME1	ME2	Ort	Ort	Gnl Ort.
Diğer Insecta	[a]Ceratopog.	22	-	11	-	-	-	-	-	-	**4**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**2**
	[b]*C. dipterum*	-	-	-	44	-	22	-	-	-	**7**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**4**
	[c]*I. elegans*	-	-	-	22	-	11	-	-	-	**4**	-	-	-	-	-	-	-	66	33	**11**	**7**
	[d]Corix (nimf)	-	-	-	-	66	33	-	-	-	**11**	-	-	-	-	88	44	-	-	-	**15**	**13**
	[d]*S. lateralis*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	156	78	-	200	100	**59**	**29**
	[d]*M. scholtzi*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	22	**7**	**4**
	[e]Colep (larva)	378	-	189	22	22	22	-	-	-	**70**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**35**
	[e]*H. geminus*	-	-	-	22	44	33	-	-	-	**11**	-	-	-	-	-	-	-	2600	1300	**433**	**222**
	[e]*P. caesus*	288	-	144	-	-	-	-	-	-	**48**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**24**
	[a]Culicidae	-	-	-	-	22	11	-	-	-	**4**	-	-	-	22	-	11	-	-	-	**4**	**4**
	[a]Stratiomyidae	-	-	-	-	-	-	-	156	78	**26**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**13**
Diğer Taksonlar	[f]*P. acuta*	244	-	122	600	-	300	-	-	-	**141**	-	-	-	-	1088	544	312	-	156	**233**	**187**
	[f]*G. piscinarum*	-	-	-	-	112	56	-	-	-	**19**	-	-	-	-	378	189	-	-	-	**63**	**41**
	[f]*P. carinatus*	-	-	-	734	-	367	-	-	-	**122**	134	-	67	-	-	-	-	-	-	**23**	**72**
	[f]*Planorbis* sp.	444	-	222	-	-	-	-	-	-	**74**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**37**
	Ostracoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	222	-	111	-	-	-	-	-	-	**37**	**19**
	[g]Hydrachnidae	-	-	-	-	112	56	-	-	-	**18**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**9**
	Nematoda	1112	-	556	-	422	211	-	-	-	**256**	1267	245	756	-	-	-	-	-	-	**252**	**254**
	Oligoc. Top.			**244**			**122**			**833**	**399**			**422**			**1444**			**22**	**629**	**514**
	Chiro. Top.			**-**			**4033**			**44**	**1359**			**2067**			**1055**			**611**	**1244**	**1302**
	Diğ. Insec. Top.			**344**			**132**			**78**	**185**			**-**			**133**			**1455**	**529**	**357**
	Diğ. Taks. Top.			**900**			**990**			**-**	**630**			**934**			**733**			**156**	**608**	**619**
	Toplam			**1488**			**5277**			**955**	**2573**			**3423**			**3365**			**2244**	**3011**	**2792**
	Takson Sayısı			**9**			**14**			**6**	**23**			**8**			**13**			**8**	**22**	**34**

[a]*Diptera;* [b]*Ephemeroptera;* [c]*Odonata;* [d]*Hemiptera;* [e]*Coleoptera;* [f]*Gastropoda;* [g]*Arachnida*

4.3. Fizikokimyasal Özelliklere Ait Bulgular

Bentik makroomurgasızlara ait alan hesabının yapıldığı örneklemeler sırasında, belirlenen 8 örnekleme istasyonuna ait bazı fizikokimyasal özellikler de tespit edilmeye çalışıldı. Bunun için alınan su numunelerinde su sıcaklığı, pH, çözünmüş oksijen, iletkenlik, tuzluluk, toplam çözünmüş madde (TDS), kalsiyum, magnezyum, toplam sertliğinin yanı sıra besin tuzlarından nitrit azotu, nitrat azotu, toplam fosfat ve sülfata yanı sıra ait değerler ölçülerek elde edlen sonuçlar veri çizelgelerine işlendi (Çizelge 4.9-4.12). Tüm veriler hem örnekleme istasyonları hem de mevsimsel açıdan değerlendirilirken, 2 kültivasyon sezonu boyunca istasyonlarda belirlenen değerlerin ortalamaları hesaplanarak su kalitesi açısından da değerlendirilerek çizelgelere işlendi (Çizelge 4.9-4.12).

İstasyonların fizikokimyasal özelliklerinin istasyonlara göre mevsimsel ortalama değerleri dikkate alındığında, su sıcaklığının 24,2^{0}C ile 29,7^{0}C arasında değiştiği; pH değerlerinin ise minimum 7,5 ve maksimum 8,4 değerleri arasında olduğu gözlendi (Çizelge 4.8; Şekil 4.8). Elektrik iletkenliği değerleri ise 726,6 µS/cm (Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonlar) ile 4400 µS/cm (Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonlar) ölçülürken, tuzluluğun ‰ 0,3 (Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonlar) ile ‰2,2 (Ergene Nehri ile beslenen istasyonlar) olduğu tespit edildi (Çizelge 4.8; Şekil 4.8). Toplam çözünmüş madde (TDS) değerlerinin de en düşük 0,3 g/L (Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonlarda) ve en yüksek 2,4 g/L (Ergene Nehri ile beslenen istasyonlarda) olduğu tespit edildi (Çizelge 4.8). Çözünmüş oksijen miktarının örnekleme süresi boyunca 3,5 mg/L ile 9 mg/L arasında değiştiği saptandı (Çizelge 4.8; Şekil 4.8). Örnekleme istasyonlarında ölçülen kalsiyum miktarları incelendiğindeyse minimum 27,4 mg/L ile maksimum 82,9 mg/L arasında seyrettiği; magnezyum değerlerinin ise 0-11,4 mg/L arasında olduğu belirlenirken, hesaplanan toplam sertlik değerlerinin 18,4 FSº ile 53,4 FSº arasında olduğu tespit edildi (Çizelge 4.8; Şekil 4.8). Nitrit azotuna bazı istasyonlarda hiç rastlanmazken (Artezyen ve Meriç suyu ile beslenen), en yüksek ortalama nitrit azotu değeri 0,1 mg/L olarak (Ergene ve Meriç-Ergene Nehir sularıyla beslenen istasyonlarda) ölçüldü (Çizelge 4.8; Şekil 4.9). Nitrat azotu değerlerinin ise 1,8 mg/L ile 6,4 mg/L arasında değiştiği gözlendi (Çizelge 4.8; Şekil 4.9). Fosfat değerine ise en düşük 0,2 mg/L ve en yüksek 0,5 mg/L

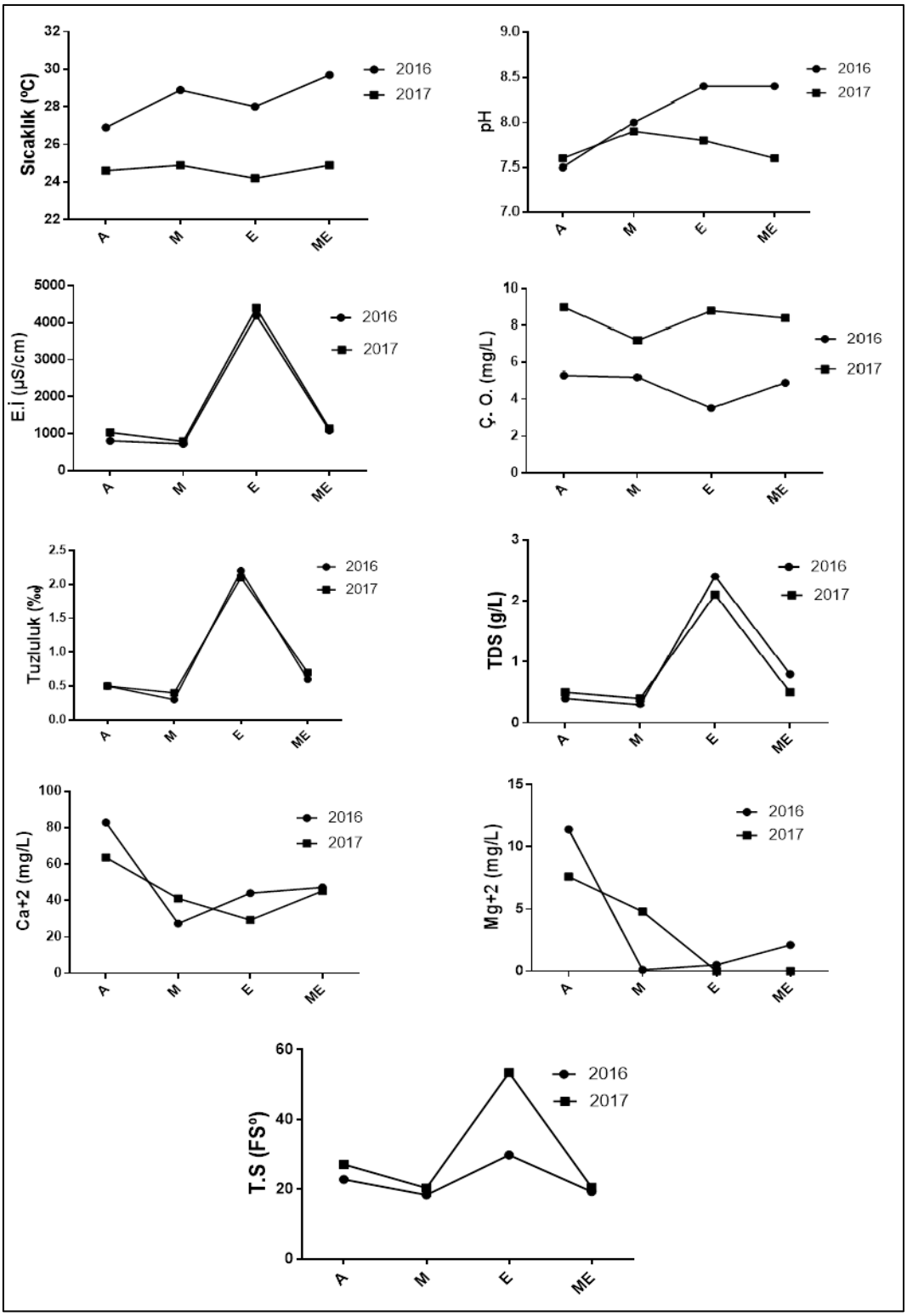
olarak rastlanırken, sülfat değerleri minimum 1 mg/L ile maksimum 5,7 mg/L olarak belirlendi (Çizelge 4.8; Şekil 4.9).

Ayrıca, Meriç-Ergene Havzası'nda sulama suyu niteliğine göre belirlenen 8 örnekleme istasyonundan 2 kültivasyon sezonu boyunca mevsimsel olarak ölçülen fizikokimyasal faktörlere ait sonuçlar her bir örnekleme istasyonu için de ayrı ayrı çizelgelere işlendi (Çizelge 4.9-4.12).

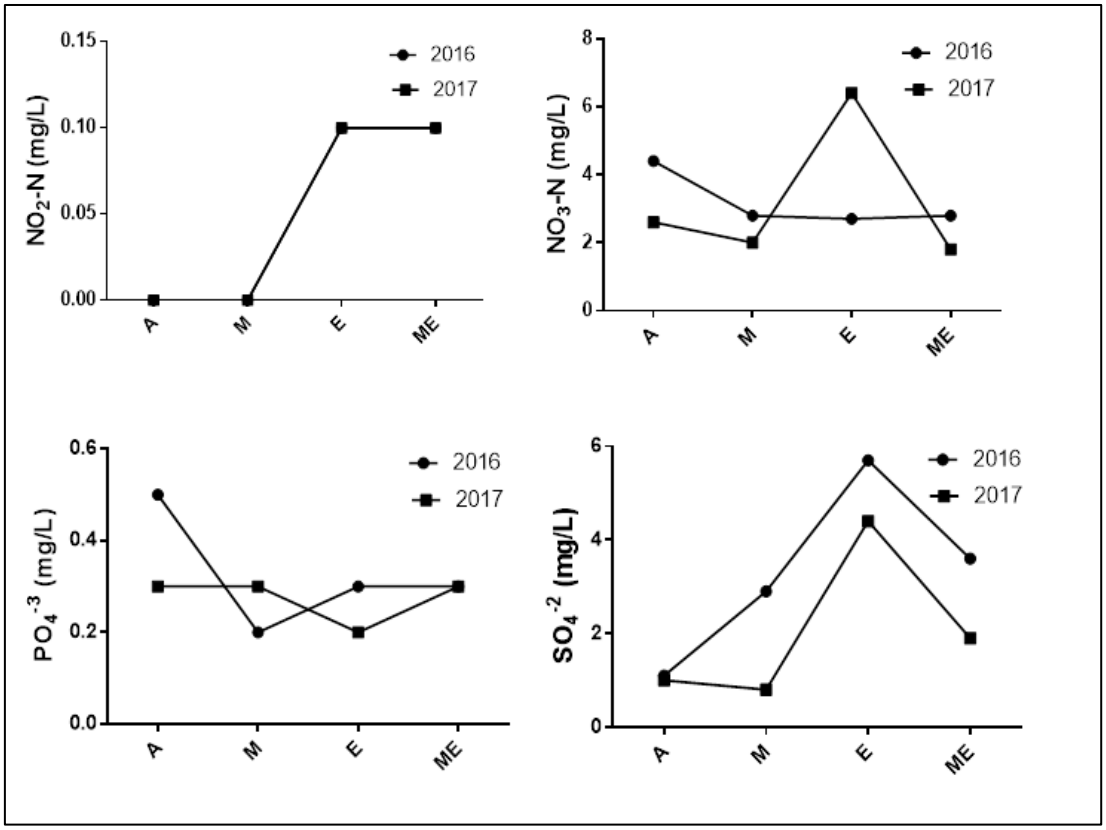
Çizelge 4.8. Örnekleme İstasyonlarından Ölçülen Fizikokimyasal Faktörlerin İstasyonlara Göre Mevsimsel Ortalama Değerleri (Sıc: sıcaklık, E.İ: elektrik iletkenliği, TDS: toplam çözünmüş madde, Ca^{+2}**:** kalsiyum**,** Mg^{+2}: magnezyum, T.S: toplam sertlik, NO_2-N: nitrit azotu, NO_3-N: nitrat azotu, PO_4^{-3}: fosfat, SO_4^{-2}: sülfat, Ç.O: çözünmüş oksijen, A: Artezyen suyu ile beslenen A1 ve A2 istasyonlarının ortalamaları; M: Meriç Nehri suyu ile beslenen M1 ve M2 istasyonlarının ortalamaları; E: Ergene Nehri suyu ile beslenen E1 ve E2 istasyonlarının ortalamaları; ME: Meriç ve Ergene Nehir sularının karışımıyla beslenen ME1 ve ME2 istasyonlarının ortalamaları)

Parametre / **İstasyon**	**2016**				**2017**			
	A	**M**	**E**	**ME**	**A**	**M**	**E**	**ME**
Sıc. (ºC)	26,9	28,9	28	**29,7**	24,6	24,9	24,2	24,9
pH	7,5	8	**8,4**	**8,4**	7,6	7,9	7,8	7,6
E.İ (µS/cm)	811,5	726,6	4203,5	1095,8	1036,7	792,8	**4400**	1140
Tuzluluk (‰)	0,5	0,3	**2,2**	0,6	0,5	0,4	2,1	0,7
TDS (g/L)	0,4	0,3	**2,4**	0,8	0,5	0,4	2,1	0,5
Ca^{+2} (mg/L)	**82,9**	27,4	44	47,2	63,6	41,1	29,3	45,2
Mg^{+2} (mg/L)	**11,4**	0,1	0,5	2,1	7,6	4,8	0	0
T.S (FSº)	22,8	18,4	29,8	19,3	27,1	20,4	**53,4**	20,5
NO_2-N (mg/L)	0	0	**0,1**	**0,1**	0	0	**0,1**	**0,1**
NO_3-N (mg/L)	4,4	2,8	2,7	2,8	2,6	2,0	**6,4**	1,8
PO_4^{-3} (mg/L)	**0,5**	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
SO_4^{-2} (mg/L)	1,1	2,9	**5,7**	3,6	1	0,8	4,4	1,9
Ç. O. (mg/L)	5,3	5,2	3,5	4,9	9	7,2	**8,8**	8,4

**Altı çizili sayılar ölçülen en düşük değeri, koyu yazılan sayılar ise ölçülen en yüksek değeri ifade etmektedir.*



Şekil 4.8. Örnekleme İstasyonlarında Ölçülen Fizikokimyasal Faktörlerin 2016 ve 2017 Yıllarına Göre Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması



Şekil 4.9. Örnekleme İstasyonlarından Ölçülen Besin Tuzlarının 2016 ve 2017 Yıllarına Göre Ortalama Değerlerinin Karşılaştırılması

4.3.1. Artezyen Suyu ile Beslenen İstasyonlara Ait Fizikokimyasal Bulgular

Artezyen suyu ile beslenen çeltik tarlalarından seçilen A1 ve A2 istasyonlarında 2016 ve 2017 yılı kültivasyon sezonlarında yapılan fizikokimyasal örneklemeler neticesinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde, her iki istasyonda de su sıcaklığının her 2 kültivasyon sezonu boyunca ilkbahar mevsiminde en düşük, yaz döneminde ise en yüksek değerlerde seyrettiği gözlendi (Çizelge 4.9). Su sıcaklıkları artezyen sularıyla beslenen iki istasyonda da, 2016 kültivasyon sezonunda 2017 yılına oranla ortalamada daha yüksek değerlerde saptandı. pH değerleri ise minimum 7 ile maksimum 8,1 arasında ölçülürken; iletkenliğin 400 µS/cm ile 1850 µS/cm; tuzluluğun ‰ 0,2 ile 0,9 arasında değiştiği; TDS değerinin 0,2 g/L ile 0,9 g/L arasında değiştiği; kalsiyum içeriklerinin 32 mg/L ile 141 mg/L arasında seyrettiği; magnezyum değerlerinin 0-27,1 mg/L arasında ölçüldüğü kaydedildi (Çizelge 4.9). Hesaplanan total sertlik değerleri ise söz konusu istasyonlar için 5 FS^{o} ile 62 FS^{o} değerleri arasında değişirken, besin tuzları açısından değerlendirildiğinde nitrit azotunun 0,01-0,08 mg/L; nitrat azotunun 2,0 mg/L ila 14,1 mg/L; fosfat miktarlarının 0,2 mg/L ile 0,9 mg/L arasında ve sülfat oranlarının 0,1 mg/L ile 2,6 mg/L arasında değiştiği gözlendi (Çizelge 4.9). Çözünmüş oksijen miktarının artezyen sularıyla beslenen iki istasyonda da, 2017 kültivasyon sezonunda 2016 yılına oranla ortalamada daha yüksek değerlerde olduğu saptandı (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Artezyen Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Ölçülen Fizikokimyasal Faktörlerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri (Sıc: sıcaklık, E.İ: elektrik iletkenliği, TDS: toplam çözünmüş madde, Ca^{+2}**:** kalsiyum**,** Mg^{+2}: magnezyum, T.S: toplam sertlik, NO_2-N: nitrit azotu, NO_3-N: nitrat azotu, PO_4^{-3}: fosfat, SO_4^{-2}: sülfat, Ç.O: çözünmüş oksijen)

	Artezyen	2016				2017						
		İkbh	Yaz	Snbh	Ort	İkbh	Yaz	Snbh	Ort	Gnl Ort	Std (±)	Su Kalitesi
Artezyen 1 (A1)	Sıc. (ºC)	21,7	31	27,5	26,7	20,5	26,7	26	24,2	25,66	3,5	II
	pH	7,7	7,7	7,6	7,7	7,8	7,7	7,8	7,8	7,71	0,07	I
	E.İ (µS/cm)	520	400	550	490	750	740	610	700	580	129,36	II
	Tuzluluk (‰)	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,06	-
	TDS (g/L)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,23	0,05	I
	Ca+2 (mg/L)	54,5	53	122,6	77	85,7	59,3	71	72	74,69	24,32	-
	Mg+2 (mg/L)	21,7	10,1	0	11	20,3	0	0	7	8,96	9,45	-
	T.S (FSº)	5	9	31,2	15,1	13	27	31,4	24	18,81	10,91	-
	NO2-N (mg/L)	0,06	0,02	0,04	0,04	0,05	0,02	0,05	0,04	0,04	0,02	II
	NO3-N (mg/L)	2,6	2,4	2,4	2,5	3,1	2,6	2,3	2,7	2,55	0,27	I
	PO4-3 (mg/L)	0,5	0,9	0,5	0,6	0,3	0,3	0,2	0,3	0,48	0,24	III
	SO4-2 (mg/L)	0,6	0,1	0,1	0,3	0,5	0,8	0,4	0,6	0,40	0,26	I
	Ç. O. (mg/L)	3,8	7,6	6,6	6	8,1	9,1	10	9	7,31	2,07	III
Artezyen 2 (A2)	Sıc. (ºC)	22	31,7	27,5	27,07	20,9	27,2	27	25,03	26,05	3,98	II
	pH	7,3	7,9	7	7,4	8,1	7,2	7	7,43	7,42	0,47	I
	E.İ (µS/cm)	499	1050	1850	1133	1250	1160	1710	1373	1253,17	486,55	II
	Tuzluluk (‰)	0,6	0,5	0,9	0,67	0,6	0,5	0,8	0,63	0,65	0,16	-
	TDS (g/L)	0,6	0,5	0,9	0,67	0,5	0,6	0,9	0,67	0,67	0,19	I
	Ca^{+2} (mg/L)	141	38,4	88,1	89,17	85,7	48	32	55,23	72,2	41,26	-
	Mg^{+2} (mg/L)	27,1	9,2	0	12,1	25	0	0	8,33	10,22	12,79	-
	T.S (FSº)	24	5,8	62	30,6	10	44,8	36,4	30,4	30,5	21,47	-
	NO_2-N (mg/L)	0,01	0,08	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	II
	NO_3-N (mg/L)	14,1	2,6	2,01	6,24	3,5	2,1	2	2,53	4,39	4,79	I
	PO_4^{-3} (mg/L)	0,3	0,3	0,2	0,27	0,2	0,4	0,3	0,3	0,28	0,08	III
	SO_4^{-2} (mg/L)	1,7	2,6	1,6	1,97	1,4	1,2	1,7	1,43	1,7	0,48	I
	Ç. O. (mg/L)	5,1	5,7	3	4,6	9	9,5	8,1	8,87	6,73	2,54	III

4.3.2. Meriç Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlara Ait Fizikokimyasal Bulgular

Meriç Nehri suyu ile beslenen çeltik tarlalarından seçilen M1 ve M2 istasyonlarında 2016 ve 2017 yılı kültivasyon sezonlarında yapılan fizikokimyasal örneklemeler neticesinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde, her iki istasyonda da su sıcaklığının her iki kültivasyon sezonu boyunca ilkbahar mevsiminde en düşük, yaz döneminde ise en yüksek derecelerde seyrettiği gözlendi (Çizelge 4.10). Su sıcaklıkları Meriç Nehri sularıyla beslenen iki istasyonda da, 2016 kültivasyon sezonunda 2017 yılına oranla ortalamada daha yüksek değerlerde saptandı. pH değerleri ise minimum 7,2 ile maksimum 9 arasında ölçülürken; iletkenliğin 495 µS/cm ile 1140 µS/cm; tuzluluğun ‰ 0,2 ile 0,6 arasında değiştiği; TDS değerinin 0,2 g/L ile 0,6 g/L arasında değiştiği; kalsiyum içeriklerinin 8,8 mg/L ile 75 mg/L arasında seyrettiği; magnezyum değerlerinin 0-29 mg/L arasında ölçüldüğü kaydedildi (Çizelge 4.10). Hesaplanan total sertlik değerleri ise söz konusu istasyonlar için 4 FSº ile 38,4 FSº değerleri arasında değişirken, besin tuzları açısından değerlendirildiğinde nitrit azotunun 0,01-0,1 mg/L; nitrat azotunun 1,0 mg/L ila 4,5 mg/L; fosfat miktarlarının 0,1 mg/L ile 0,5 mg/L arasında ve sülfat oranlarının 0,3 mg/L ile 5,7 mg/L arasında değiştiği gözlendi (Çizelge 4.10). Çözünmüş oksijen miktarının Meriç Nehri sularıyla beslenen iki istasyonda da, 2017 kültivasyon sezonunda 2016 yılına oranla ortalamada daha yüksek değerlerde olduğu saptandı (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Meriç Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Ölçülen Fizikokimyasal Faktörlerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri (Sıc: sıcaklık, E.İ: elektrik iletkenliği, TDS: toplam çözünmüş madde, Ca^{+2}**:** kalsiyum**,** Mg^{+2}: magnezyum, T.S: toplam sertlik, NO_2-N: nitrit azotu, NO_3-N: nitrat azotu, PO_4^{-3}: fosfat, SO_4^{-2}: sülfat, Ç.O: çözünmüş oksijen) **Analiz Yapılamadı*

		2016				2017						
	Meriç	**İkbh**	**Yaz**	**Snbh**	**Ort**	**İkbh**	**Yaz**	**Snbh**	**Ort**	**Gnl Ort**	**Std (±)**	**Su Kalitesi**
Meriç 1 (M1)	**Sıc. (ºC)**	27,8	31,3	*	29,6	20,8	27	26,7	24,83	26,7	3,78	II
	pH	8,8	7,3	*	8,1	8	7,4	7,2	7,53	7,7	0,67	II
	E.İ (µS/cm)	730	705	*	717,5	1140	974	950	1021,33	899,8	182	II
	Tuzluluk (‰)	0,3	0,3	*	0,3	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4	0,13	-
	TDS (g/L)	0,3	0,3	*	0,3	0,6	0,5	0,3	0,47	0,4	0,14	I
	Ca+2 (mg/L)	21,7	16	*	18,9	64,1	12	24	33,37	27,6	20,96	-
	Mg+2 (mg/L)	0	0	*	0,0	29	0	0	9,67	5,8	12,97	-
	T.S (FSº)	18	6,2	*	12,1	4	28	20,2	17,4	15,3	10,04	-
	NO2-N (mg/L)	0,01	0,03	*	0,0	0,03	0,02	0,03	0,03	0,0	0,01	I
	NO3-N (mg/L)	2,04	2,6	*	2,3	2,5	1,8	2,2	2,17	2,2	0,33	I
	PO4-3 (mg/L)	0,3	0,2	*	0,3	0,5	0,1	0,2	0,27	0,3	0,15	I
	SO4-2 (mg/L)	2,6	1,8	*	2,2	1,2	1,5	0,6	1,1	1,5	0,74	I
	Ç. O. (mg/L)	3,8	3,6	*	3,7	5	7	9,5	7,17	5,8	2,48	II
Meriç 2 (M2)	**Sıc. (ºC)**	26	31,5	27,2	28,23	20,7	27,1	26,9	24,9	26,57	3,46	II
	pH	8,3	7,9	7,9	8,03	9	8,3	7,5	8,27	8,15	0,51	II
	E.İ (µS/cm)	940	670	597	735,67	695	503	495	564,33	650	164,3	II
	Tuzluluk (‰)	0,4	0,3	0,3	0,33	0,3	0,2	0,3	0,27	0,3	0,06	-
	TDS (g/L)	0,5	0,3	0,3	0,37	0,3	0,2	0,3	0,27	0,32	0,1	I
	Ca^{+2} (mg/L)	8,8	24	75	35,93	49,6	42,4	54,5	48,83	42,38	23,36	-
	Mg^{+2} (mg/L)	0	0,4	0	0,13	0	0	0	0,00	0,07	0,16	-
	T.S (FSº)	30	5,8	38,4	24,73	24	22	24	23,33	24,03	10,76	-
	NO_2-N (mg/L)	0,1	0,01	0,1	0,07	0,02	0,05	0,01	0,03	0,05	0,04	II
	NO_3-N (mg/L)	4,5	2,5	2,6	3,2	2,01	2,7	1	1,9	2,55	1,14	I
	PO_4^{-3} (mg/L)	0,2	0,4	0,1	0,23	0,3	0,5	0,4	0,4	0,32	0,15	I
	SO_4^{-2} (mg/L)	5,7	2,8	2,4	3,63	0,4	0,6	0,3	0,43	2,03	2,09	I
	Ç. O. (mg/L)	4,7	8,5	6,8	6,67	5,5	7	9	7,17	6,92	1,66	II

4.3.3. Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlara Ait Fizikokimyasal Bulgular

Ergene Nehri suyu ile beslenen çeltik tarlalarından seçilen E1 ve E2 istasyonlarında 2016 ve 2017 yılı kültivasyon sezonlarında yapılan fizikokimyasal örneklemeler neticesinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde, her iki istasyonda da su sıcaklığının her iki kültivasyon sezonu boyunca ilkbahar mevsiminde en düşük, yaz döneminde ise en yüksek değerlerde seyrettiği gözlendi (Çizelge 4.11). Su sıcaklıkları Ergene Nehri sularıyla beslenen iki istasyonda da, 2016 kültivasyon sezonunda 2017 yılına oranla ortalamada daha yüksek değerlerde saptandı. pH değerleri ise minimum 7,6 ile maksimum 10,1 arasında ölçülürken; iletkenliğin 681 µS/cm ile 7800 µS/cm; tuzluluğun ‰ 0,6 ile 3,5 arasında değiştiği; TDS değerinin 0,6 g/L ile 3,5 g/L arasında değiştiği; kalsiyum içeriklerinin 9,6 mg/L ile 71,3 mg/L arasında seyrettiği; magnezyum değerlerinin 0-2,9 mg/L arasında ölçüldüğü kaydedildi (Çizelge 4.11). Hesaplanan total sertlik değerleri ise söz konusu istasyonlar için 6 FSº ile 96 FSº değerleri arasında değişirken, besin tuzları açısından değerlendirildiğinde nitrit azotunun 0,01-0,1 mg/L; nitrat azotunun 2,04 mg/L ila 10,5 mg/L; fosfat miktarlarının 0,1 mg/L ile 0,5 mg/L arasında ve sülfat oranlarının 2,1 mg/L ile 6,8 mg/L arasında değiştiği gözlendi (Çizelge 4.11). Çözünmüş oksijen miktarının Ergene Nehri sularıyla beslenen iki istasyonda da, 2017 kültivasyon sezonunda 2016 yılına oranla ortalamada daha yüksek değerlerde olduğu saptandı (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Ölçülen Fizikokimyasal Faktörlerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri (Sıc: sıcaklık, E.İ: elektrik iletkenliği, TDS: toplam çözünmüş madde, Ca^{+2}**:** kalsiyum**,** Mg^{+2}: magnezyum, T.S: toplam sertlik, NO_2-N: nitrit azotu, NO_3-N: nitrat azotu, PO_4^{-3}: fosfat, SO_4^{-2}: sülfat, Ç.O: çözünmüş oksijen) * *Analiz Yapılamadı*

		2016				2017						
	Ergene	**İkbh**	**Yaz**	**Snbh**	**Ort**	**İkbh**	**Yaz**	**Snbh**	**Ort**	**Gnl Ort**	**Std (±)**	**Su Kalitesi**
Ergene 1 (E1)	**Sıc. (ºC)**	26	31	27	28	20,6	27,4	26,5	24,83	26,42	3,36	II
	pH	9,3	7,6	7,7	8,2	7,8	8	8,1	7,97	8,08	0,62	II
	E.İ (µS/cm)	681	3890	6600	3723,67	2790	3770	5800	4120	3921,83	2121,71	IV
	Tuzluluk (‰)	1	1	3,3	1,77	0,9	1,8	3,5	2,07	1,92	1,2	-
	TDS (g/L)	1,05	2	3,5	2,18	0,8	2	3	1,93	2,06	1,06	III
	Ca+2 (mg/L)	39,2	32	40	37,07	9,6	20	41	23,53	30,3	12,85	-
	Mg+2 (mg/L)	0	2,9	0	0,97	0	0	0	0,00	0,48	1,18	-
	T.S (FSº)	18	8	56	27,33	24	60	38,4	40,8	34,07	21,03	-
	NO2-N (mg/L)	0,02	0,1	0,1	0,07	0,05	0,1	0,1	0,08	0,08	0,03	III
	NO3-N (mg/L)	3,07	2,6	2,04	2,57	10,5	5,7	2,3	6,17	4,37	3,28	I
	PO4-3 (mg/L)	0,2	0,1	0,4	0,23	0,4	0,3	0,3	0,33	0,28	0,12	III
	SO4-2 (mg/L)	5	5,4	5,5	5,30	2,1	4,1	6,8	4,33	4,82	1,59	III
	Ç. O. (mg/L)	2,2	4,9	1,7	2,93	9,5	9,4	6	8,3	5,62	3,38	II
Ergene 2 (E2)	**Sıc. (ºC)**	26,4	30	27,4	27,93	20,6	26,5	*	23,55	26,18	3,44	II
	pH	10,1	7,6	8,3	8,67	7,8	7,6	*	7,7	8,28	1,06	II
	E.İ (µS/cm)	1250	5000	7800	4683,33	2960	6400	*	4680	4682	2622,9	IV
	Tuzluluk (‰)	0,6	2,3	4,8	2,57	0,9	3,3	*	2,1	2,38	1,74	-
	TDS (g/L)	0,6	2,4	5	2,67	1	3,4	*	2,2	2,48	1,8	III
	Ca^{+2} (mg/L)	71,3	24	57,7	51	26	44	*	35	44,6	20,34	-
	Mg^{+2} (mg/L)	0	0	0	0,00	0	0	*	0,00	0,00	0,00	-
	T.S (FSº)	19	6	72	32,33	36	96	*	66	45,80	37,43	-
	NO_2-N (mg/L)	0,03	0,04	0,03	0,03	0,01	0,02	*	0,02	0,03	0,01	II
	NO_3-N (mg/L)	2,6	3	3,01	2,87	9,7	3,5	*	6,6	4,36	3	I
	PO_4^{-3} (mg/L)	0,5	0,1	0,3	0,3	0,1	0,2	*	0,15	0,24	0,17	III
	SO_4^{-2} (mg/L)	6,4	5,6	6	6	3,3	5,7	*	4,5	5,4	1,21	III
	Ç. O. (mg/L)	4,1	2,8	5,3	4,07	9,1	9,3	*	9,2	6,12	2,95	II

4.3.4. Meriç-Ergene Nehri Suyu Karışımı ile Beslenen İstasyonlara Ait Fizikokimyasal Bulgular

Meriç-Ergene Nehri sularının karışımı ile beslenen çeltik tarlalarından seçilen ME1 ve ME2 istasyonlarında 2016 ve 2017 yılı kültivasyon sezonlarında yapılan fizikokimyasal örneklemeler neticesinde elde edilen veriler değerlendirildiğinde, her iki istasyonda da su sıcaklığının her iki kültivasyon sezonu boyunca ilkbahar mevsiminde en düşük, yaz döneminde ise en yüksek değerlerde seyrettiği gözlendi (Çizelge 4.12). Su sıcaklıkları Meriç-Ergene Nehri sularıyla beslenen iki istasyonda da, 2016 kültivasyon sezonunda 2017 yılına oranla ortalamada daha yüksek değerlerde saptandı. pH değerleri ise minimum 7 ile maksimum 10,2 arasında ölçülürken; iletkenliğin 583 µS/cm ile 2100 µS/cm; tuzluluğun ‰ 0,3 ile 1,5 arasında değiştiği; TDS değerinin 0,3 g/L ile 2,4 g/L arasında değiştiği; kalsiyum içeriklerinin 28,8 mg/L ile 65 mg/L arasında seyrettiği; magnezyum değerlerinin 0-8,2 mg/L arasında ölçüldüğü kaydedildi (Çizelge 4.12). Hesaplanan total sertlik değerleri ise söz konusu istasyonlar için 7,2 FSº ile 48,4 FSº değerleri arasında değişirken, besin tuzları açısından değerlendirildiğinde nitrit azotunun 0,01-0,1 mg/L; nitrat azotunun 1,01 mg/L ila 3,6 mg/L; fosfat miktarlarının 0,1 mg/L ile 0,4 mg/L arasında ve sülfat oranlarının 0,5 mg/L ile 5,8 mg/L arasında değiştiği gözlendi (Çizelge 4.12). Çözünmüş oksijen miktarının Meriç-Ergene Nehri sularıyla beslenen iki istasyonda da, 2017 kültivasyon sezonunda 2016 yılına oranla ortalamada daha yüksek değerlerde olduğu saptandı (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Meriç-Ergene Nehri Suyu ile Beslenen İstasyonlardan Ölçülen Fizikokimyasal Faktörerin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri (Sıc: sıcaklık, E.İ: elektrik iletkenliği, TDS: toplam çözünmüş madde, Ca^{+2}**:** kalsiyum**,** Mg^{+2}: magnezyum, T.S: toplam sertlik, NO_2-N: nitrit azotu, NO_3-N: nitrat azotu, PO_4^{-3}: fosfat, SO_4^{-2}: sülfat, Ç.O: çözünmüş oksijen) * *Analiz Yapılamadı*

		2016				2017						
	Meriç-Ergene	**İkbh**	**Yaz**	**Snbh**	**Ort**	**İkbh**	**Yaz**	**Snbh**	**Ort**	**Gnl Ort**	**Std (±)**	**Su Kalitesi**
Meriç-Ergene 1 (ME1)	**Sıc. (ºC)**	30	30,1	*	30,05	20,8	27,5	26,2	24,83	26,92	3,8	II
	pH	10,2	7,2	*	8,7	8,7	7,3	7,3	7,77	8,14	1,31	II
	E.İ (µS/cm)	618	665	*	641,5	1260	773	1600	1211	983,2	428,91	II
	Tuzluluk (‰)	0,3	0,3	*	0,3	0,6	0,4	0,7	0,57	0,46	0,18	-
	TDS (g/L)	0,3	0,3	*	0,3	0,6	0,4	0,5	0,5	0,42	0,13	I
	Ca+2 (mg/L)	41,6	28,8	*	35,2	48,8	65	37,6	50,47	44,36	13,61	-
	Mg+2 (mg/L)	0	2,9	*	1,45	0	0	0	0,00	0,58	1,3	-
	T.S (FSº)	14	7,2	*	10,6	20,4	25,6	23	23	18,04	7,44	-
	NO2-N (mg/L)	0,1	0,02	*	0,06	0,08	0,01	0,05	0,05	0,05	0,04	II
	NO3-N (mg/L)	3,4	2,4	*	2,9	2	1,01	1,2	1,4	2	0,97	I
	PO4-3 (mg/L)	0,4	0,3	*	0,35	0,3	0,1	0,3	0,23	0,28	0,11	II
	SO4-2 (mg/L)	3	1,6	*	2,3	1,7	1,5	3,7	2,3	2,3	0,99	II
	Ç. O. (mg/L)	3,8	5,7	*	4,75	8,7	9,5	8	8,73	7,14	2,34	II
Meriç-Ergene 2 (ME2)	**Sıc. (ºC)**	27	31	30,3	29,43	21	27,2	26,5	24,9	27,17	3,55	II
	pH	8,3	7,9	7,9	8,03	7,5	8	7	7,5	7,77	0,45	II
	E.İ (µS/cm)	1270	1280	2100	1550	824	583	1800	1069	1309,5	571,21	III
	Tuzluluk (‰)	0,6	1,2	1	0,93	0,5	0,3	1,5	0,77	0,85	0,46	-
	TDS (g/L)	0,6	2,4	1,1	1,37	0,4	0,3	1	0,57	0,97	0,77	I
	Ca^{+2} (mg/L)	48	49,6	80	59,2	32	48	40	40	49,6	16,32	-
	Mg^{+2} (mg/L)	0	8,2	0	2,73	0	0	0	0,0	1,37	3,35	-
	T.S (FSº)	23	12,4	48,4	27,93	12	20	22	18	22,97	13,33	-
	NO_2-N (mg/L)	0,1	0,04	0,01	0,05	0,1	0,08	0,02	0,07	0,06	0,04	II
	NO_3-N (mg/L)	3,6	2,7	2,02	2,77	2,5	2,05	2	2,18	2,48	0,62	I
	PO_4^{-3} (mg/L)	0,2	0,1	0,2	0,17	0,4	0,3	0,2	0,3	0,23	0,1	II
	SO_4^{-2} (mg/L)	3,8	5	5,8	4,87	0,9	0,5	2,9	1,43	3,15	2,15	II
	Ç. O. (mg/L)	4,3	6,2	4,7	5,07	8	8,9	7,5	8,13	6,6	1,85	II

4.3.5. Ağır Metallere Ait Bulgular

Meriç-Ergene Havzasındaki çeltik tarlalarından farklı sulama suyu kaynaklarıyla beslenme durumları göz önüne alınarak seçilen istasyonlardan (Artezyen suyu, Meriç Nehri, Ergene Nehri ve Meriç-Ergene Nehirleri karışımı) ilkbahar (Mayıs 2016) ve sonbahar (Eylül 2016) mevsimlerinde alınan su ve sediment örneklerinde bazı ağır metaller Cd, Cu, Ni ve Mn konsantrasyonları araştırıldı (Çizelge 4.13). Su örneklerinde ağır metal oranlarının kadmiyum için 0,12-0,27 ppm arasında; nikel için 0-0,13 ppm arasında; bakır için 0,08-2,4 ppm arasında; mangan için 0-0,08 ppm arasında değiştiği gözlendi (Çizelge 4.13). Sediment örneklerinde ölçülen ağır metal oranları ise kadmiyum için 0,2-1,4 ppm arasında; nikel için 0,3-1,6 ppm; bakır için 0,08-13,4 ppm; mangan için 7,8-18,4 ppm arasında değiştiği gözlendi (Çizelge 4.13).

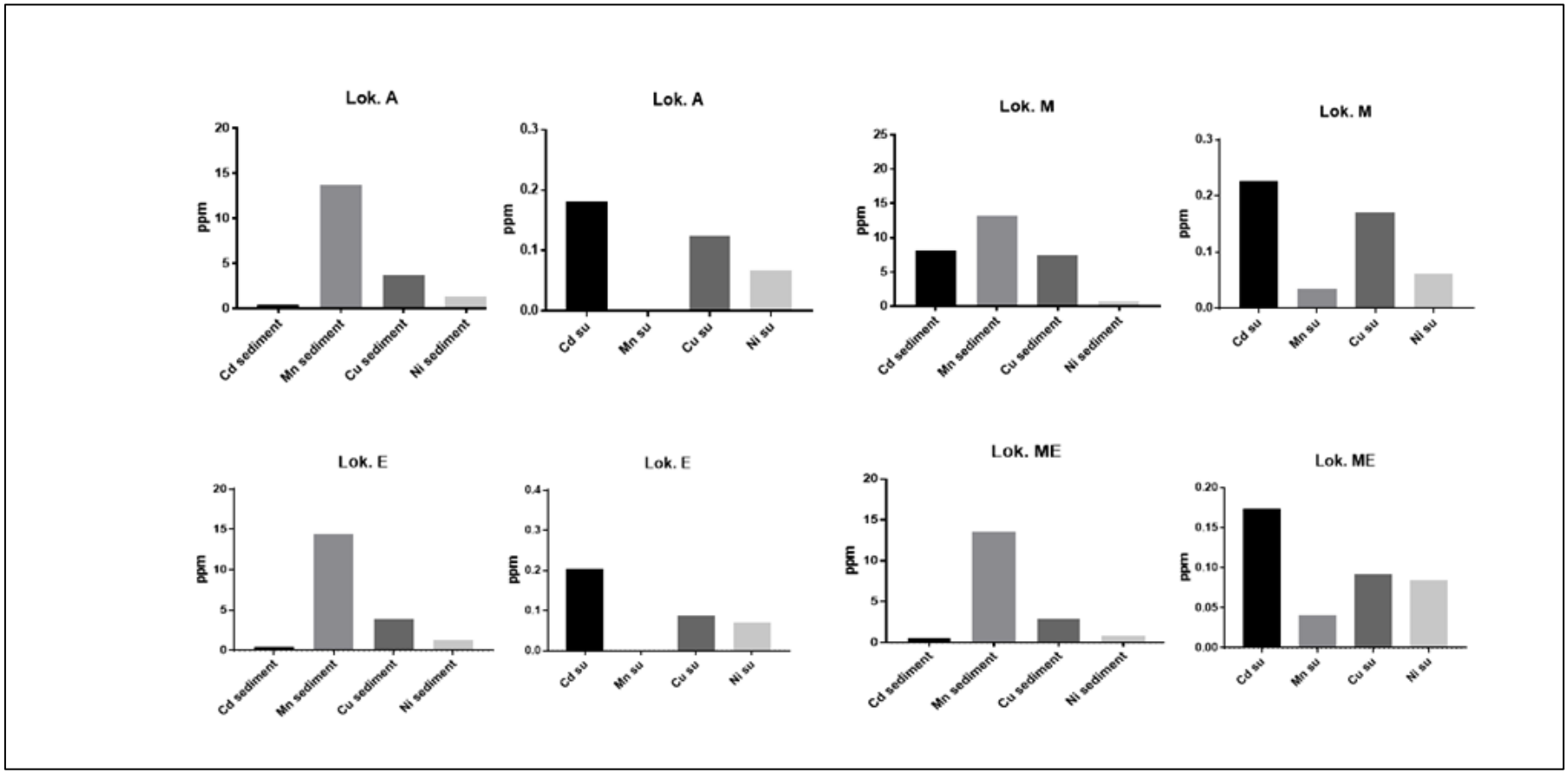
Su örneklerinde tespit edilen en yüksek Cd oranlarına sonbahar mevsiminde rastlanırken; sediment örneklerinde en yüksek Cd oranları ilkbahar mevsiminde ölçüldü (Çizelge 4.13). Su örneklerinin içerdikleri Ni konsantrasyonları incelendiğinde ise, en yüksek oranları hem su hem de sediment örnekleri için ilkbahar mevsiminde olduğu gözlendi (Çizelge 4.13). Su örneklerinde tespit edilen Cu konsantrasyonlarının en yüksek-en düşük oranları mevsimsel açıdan değişkenlik gösterirken, sediment örneklerinde en yüksek Cu oranları ilkbahar mevsiminde ölçüldü (Çizelge 4.13). Su örneklerinde yapılan Mn ölçümleri, genelde Mn konsantrasyon değerlerinin analiz limitlerinin altında (ALA) tespit edilirken, sediment örneklerinde en yüksek Mn değerlerine yine ilkbahar mevsiminde rastlandı (Çizelge 4.13).

Ayrıca, istasyonların su ve sedimentlerinde ölçülen ağır metal oranları karşılaştırıldığında, sedimentteki oranların sudaki oranlardan daha yüksek olduğu gözlendi (Şekil 4.10).

Çizelge 4.13. Örnekleme İstasyonlarından Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Ölçülen Ağır Metal Konsantrasyonları (ppm) (A: Artezyen ile beslenen, M: Meriç Nehri suyu ile beslenen, E: Ergene Nehri suyu ile beslenen, ME: Meriç-Ergene Nehirleri suları ile beslenen)

		Kadmiyum		**Nikel**		**Bakır**		**Mangan**	
Lok	**Mevsim**	**Su**	**Sed.**	**Su**	**Sed.**	**Su**	**Sed.**	**Su**	**Sed.**
A	**İlkbhr**	0,1235	0,6275	0,134	1,3135	0,155	3,905	**ALA**	15,97
	Sonbhr	0,239	0,256	**ALA**	1,4625	0,092	3,414	**ALA**	11,475
M	**İlkbhr**	0,179	1,4195	0,1225	1,006	0,2275	13,41	0,0685	18,455
	Sonbhr	0,274	0,218	**ALA**	0,555	0,112	1,3845	**ALA**	7,883
E	**İlkbhr**	0,1345	0,584	0,1385	1,663	0,09	5,412	**ALA**	17,53
	Sonbhr	0,274	0,2565	0,004	0,7715	2,4405	0,0845	**ALA**	11,28
ME	**İlkbhr**	0,172	0,854	0,1355	1,3915	0,0865	4,759	**ALA**	16,015
	Sonbhr	0,1745	0,222	0,035	0,3245	0,099	0,951	0,083	10,955

****ALA:*** *Analiz Limitinin Altında*



Şekil 4.10. Örnekleme İstasyonlarından Alınan Su ve Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Oranları

4.3.6. Pestisitlere Ait Bulgular

Meriç-Ergene Havzasından istasyonlardan (Artezyen suyu, Meriç Nehri, Ergene Nehri ve Meriç-Ergene Nehirleri karışımı sularıyla beslenenler) alınan su numuneleri pestisit içerikleri bakımından da değerlendirildi. Buna göre, toplam 181 farklı pestisitin varlığının araştırıldığı analizler neticesinde, sadece 21 adet pesitisit bulgusuna rastlandı (Çizelge 4.14). Bunlardan 12 farklı pestisit türüne örnekleme yapılan istasyonlardaki su numunelerinde rastlanırken, örneklenen istasyonlardaki pestisit çeşitlerinin 15 ila 18 çeşit arasında değiştiği ve en yüksek pestisit çeşidine havzanın su akış yönünde mansaba en yakın olan Meriç-Ergene Nehir sularıyla beslenen istasyonda olduğu gözlendi (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Örnekleme İstasyonlarından Alınan Su Örneklerinde Tespit Edilen Pestisitler ve Konsantrasyonları (µg/L)

Pestisit / İstasyon	Artezyen	Meriç	Ergene	Meriç-Ergene
Acetamiprid	0,0227	0,0497	1,2092	0,672
Azoxystrobin	0,0401	1,0789	13,6247	0,2291
Carbendazim	0,1374	1,8176	2,163	0,9806
Carbofuran	0,0069	0,0105	*	*
Cyproconazole	*	*	12,3969	*
Dicrotophos	*	0,0122	*	0,0097
Dimoxystrobin-688	0,0416	*	*	0,0488
Ethiofencarb	*	0,0549	0,0734	0,0677
Fluoxastrobin-698	0,0749	0,2242	0,1022	0,0803
Flutriafol	0,1847	0,1777	0,2103	0,1871
Forchlorfenuron-706	0,6974	1,3388	1,1613	2,4202
Mandopropamid	*	*	*	0,0703
Monocrotophos	0,0062	0,0102	*	0,0098
Pirimicarb	0,0097	0,01	0,0052	0,0066
Prometryn	0,021	*	*	*
Spiroxamine	*	0,0546	*	0,0721
Tebuthiuron	0,0204	0,0113	0,0228	0,0206
Thiabendazole	0,0402	0,0353	0,0276	0,0228
Thiacloprid	0,0229	0,025	0,026	0,0273
Trifloxystrobin	0,1061	0,1048	0,1055	0,0507
Vamidathion	0,0051	0,0087	0,0036	0,0077
Pestisit Çeşidi Sayısı	*16 çeşit*	*17 çeşit*	*15 çeşit*	*18 çeşit*

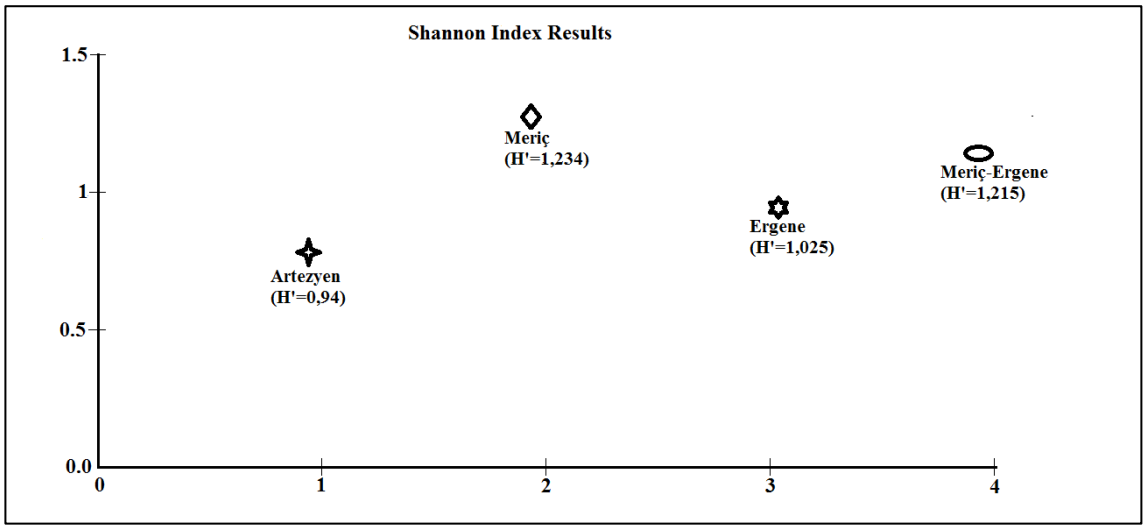
**Pestisit tespit edilmedi*

4.4. İndekslere Ait Sonuçlar

Meriç-Ergene Havzasındaki çeltik tarlalarında yapılan örneklemeler neticesinde elde edilen bentik makroomurgasızlara ait nite ve nicel bulgularla fizikokimyasal analizlere ait veriler istatistiksel açıdan da değerlendirilerek aşağıda alt başlıklar halinde sunuldu.

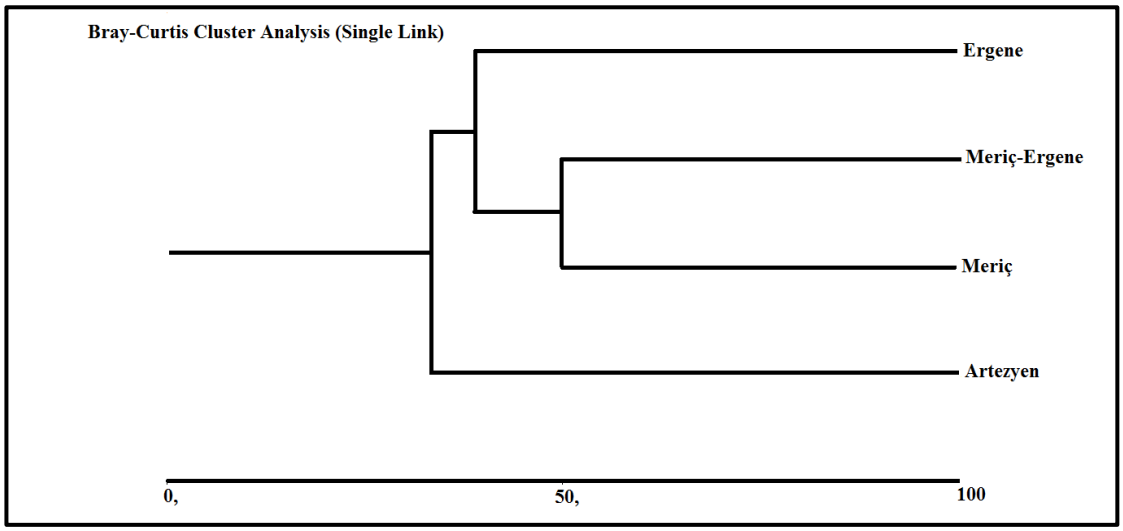
4.4.1. Bentik Makroomurgasızlara Ait İndeks Sonuçları

Örnekleme istasyonlarının içerdikleri taksonlar ve bu taksonlara ait m^2'deki birey sayılarına ait verilere uygulanan Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi sonuçlarına göre, Meriç Nehri sularıyla beslenen istasyonların en yüksek çeşitlilik oranına sahip olduğu (H'=1,234) ve bunu sırasıyla Meriç-Ergene (H'=1,215), Ergene (H'=1,025) ve Artezyen (H'=0,94) sularıyla beslenen istasyonların izlediği belirlendi (Şekil 4.11).

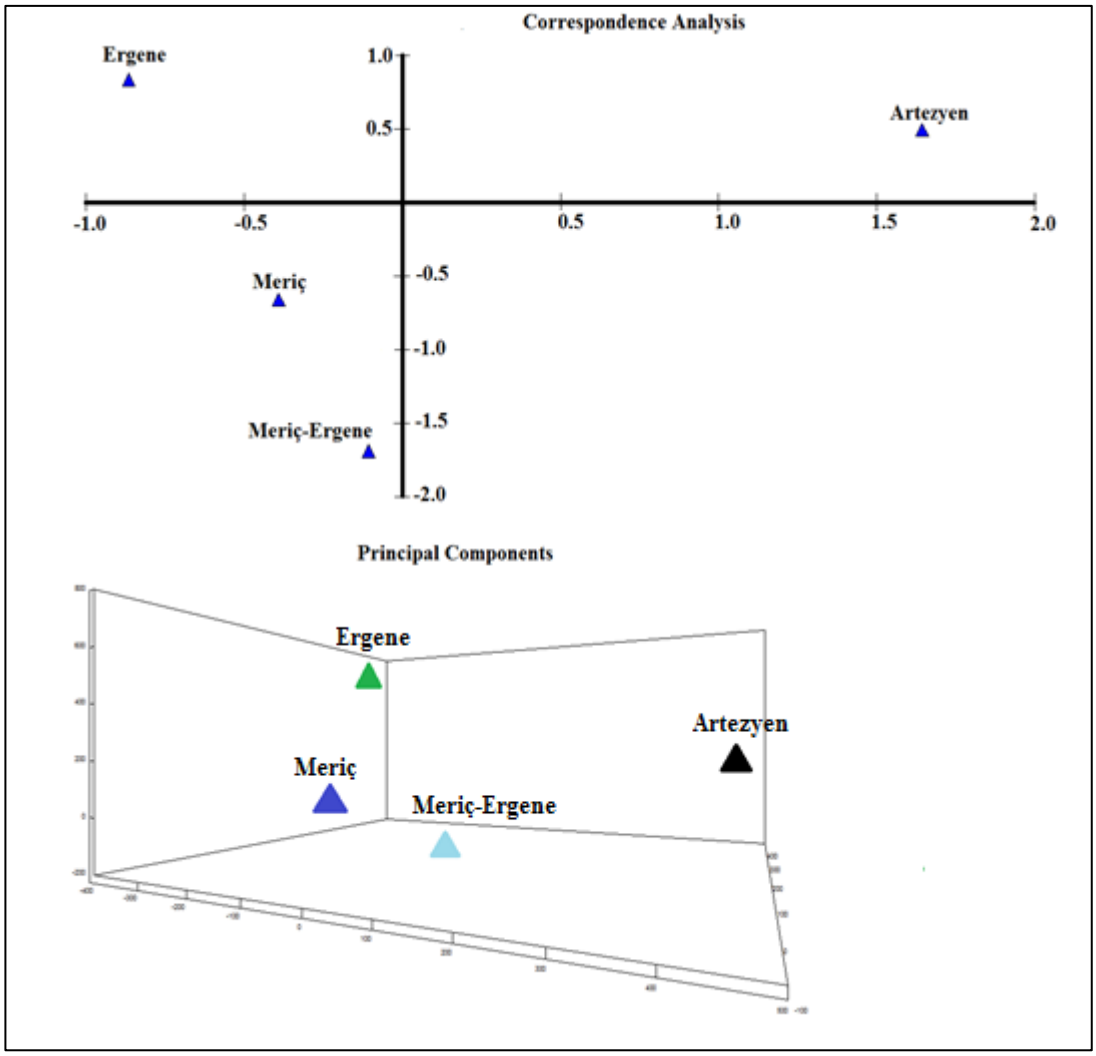


Şekil 4.11. Örnekleme İstasyonlarından Tespit Edilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarına Ait Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeks Sonuçları

Örnekleme istasyonlarının içerdikleri taksonlar ve m^2'deki birey sayıları açısından benzerlik durumlarını belirlemek amacıyla yapılan Bray-Curtis benzerlik indeks sonuçlarına göre ise, Meriç ve Meriç-Ergene sularıyla beslenen istasyonların bentik makroomurgasız dinamiği açısından (hem nicel hem nitel) birbirlerine en benzer olduğu tespit edilirken (%50 benzerlik), artezyen suyu ile beslenen istasyonların diğer istasyonlardan faklı olduğu belirlendi (Şekil 4.12). Elde edilen bu bulgular, Correspondence Analysis (CA) ve Principal Components Analysis (PAC) indeksleriyle de desteklendi. (Şekil 4.13).

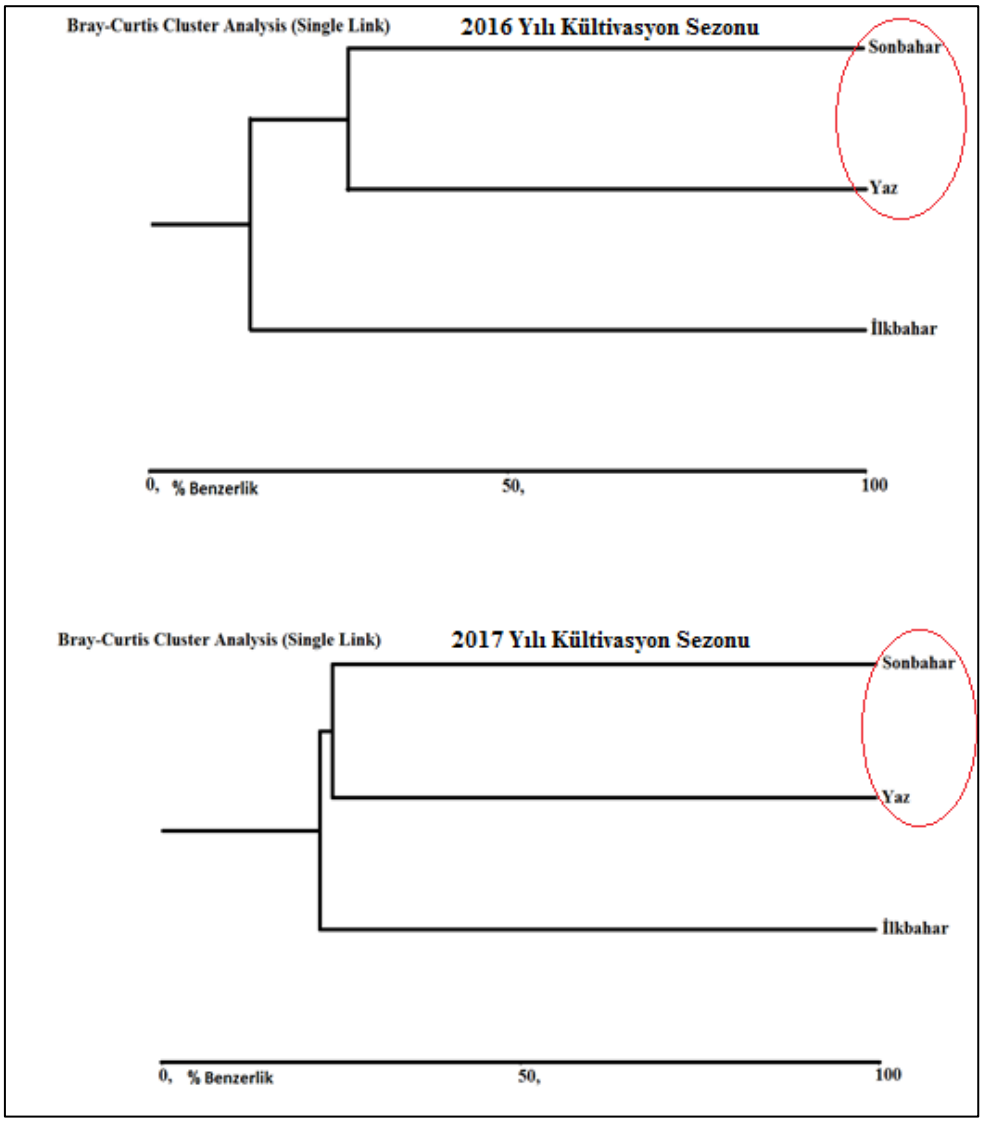


Şekil 4.12. Örnekleme İstasyonlarının Bentik Makroomurgasızlar Açısından Benzerlik Durum Dendrogramı



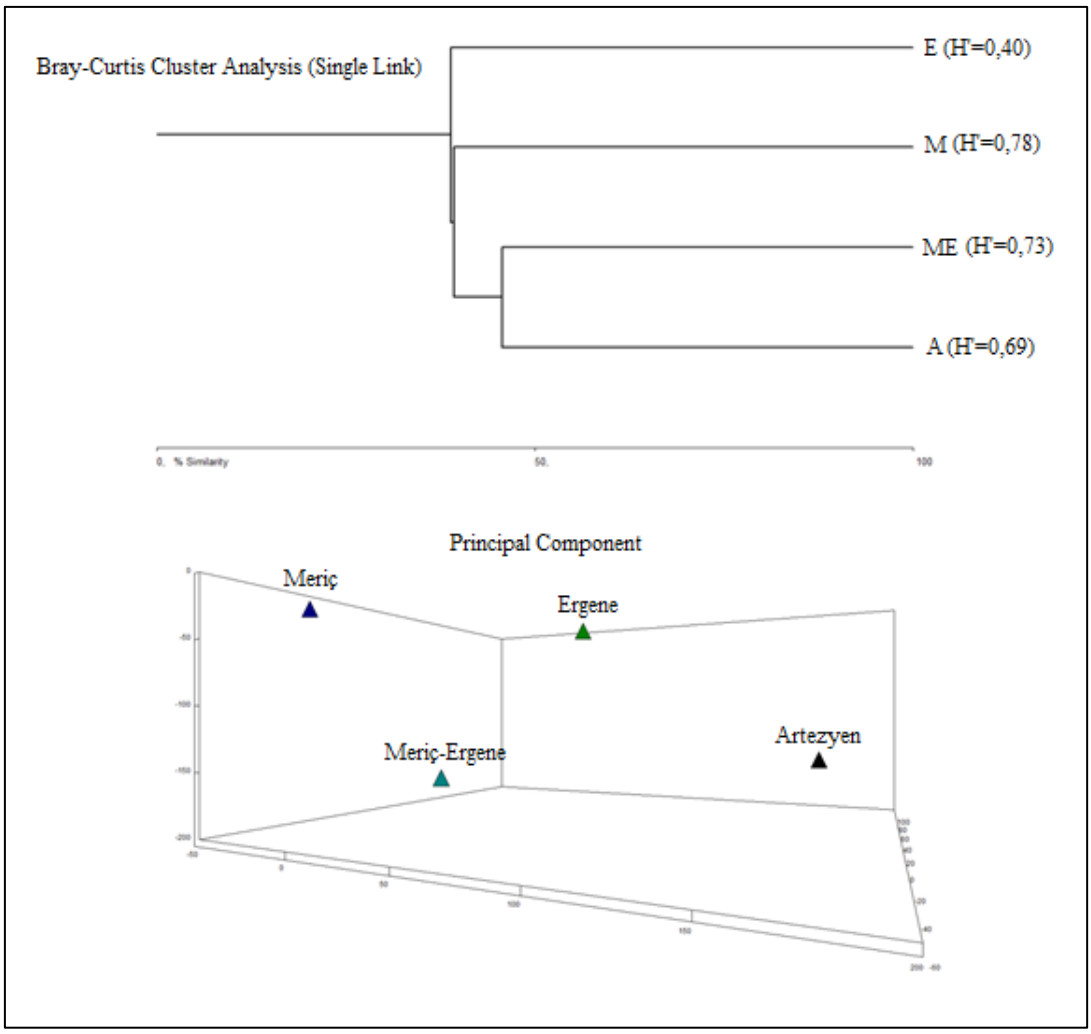
Şekil 4.13. Örnekleme İstasyonlarının Bentik Makroomurgasızlar Açısından CA ve PCA İndeks Sonuçları

Mevsimsel açıdan değerlendirildiğinde ise bentik makroomurgasız dinamiği açısından hem 2016 yılı kültivasyon döneminde hem de 2017 yılında sonbahar ve yaz mevsimlerinin birbirlerine en benzer oldukları; benzerlik oranlarının 2016 yılı için %28, 2017 yılı için %24 olduğu gözlendi (Şekil 4.14).

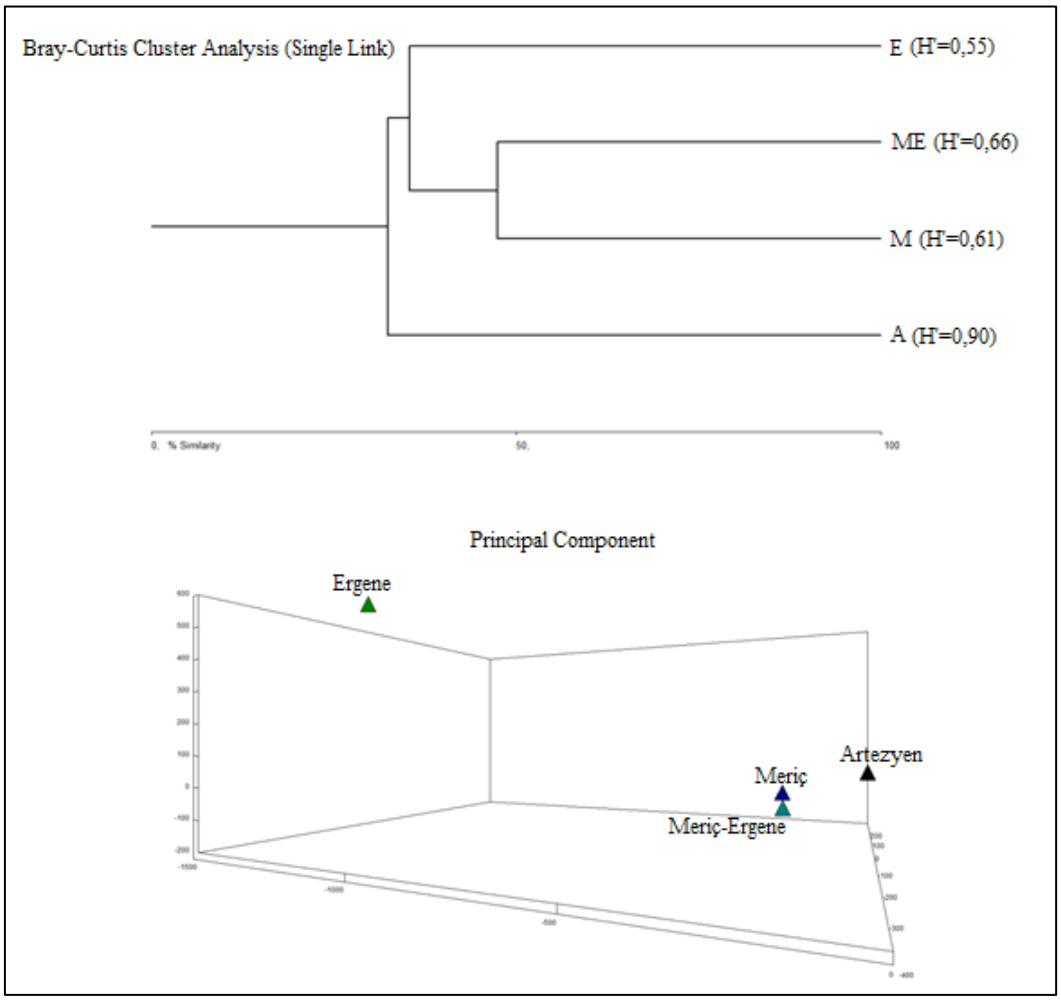


Şekil 4.14. 2016 ve 2017 Yılı Kültivasyon Sezonunda Tespit Edilen Bentik Makroomurgasız Taksonlarının Mevsimlere Göre Bray-Curtis Benzerlik Dendogramları

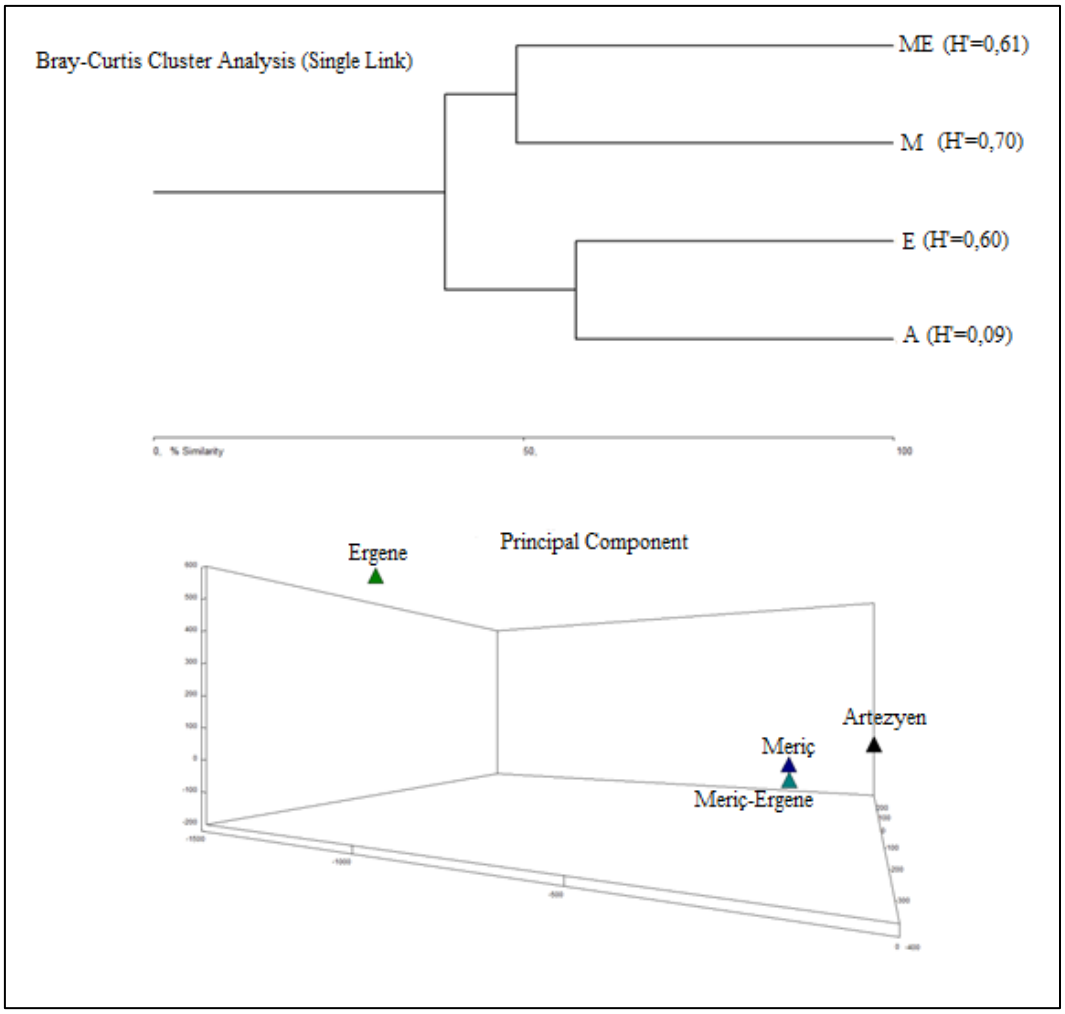
Ayrıca, elde edilen bentik makroomurgasızlar, belirlenen gruplar açısından da ayrı ayrı değerlendirildi. Buna göre, içerdiği Oligochaeta grubu açısından Ergene Nehri ile beslenen istasyonların diğerlerinden farklı olduğu, Chironomidae ve Diğer Insecta Grubu için ise artezyen suyu ile beslenen istasyonların diğerlerinden farklı olduğu belirlenirken, içerdiği Diğer Taksonlar Grubu açısından Meriç Nehri ve Meriç-Ergene karışımı ile beslenen istasyonlarla, Ergene Nehri ve artezyen suyu ile beslenen istasyonların birbirine en benzer oldukları tespit edildi (Şekil 4.15-4.18).



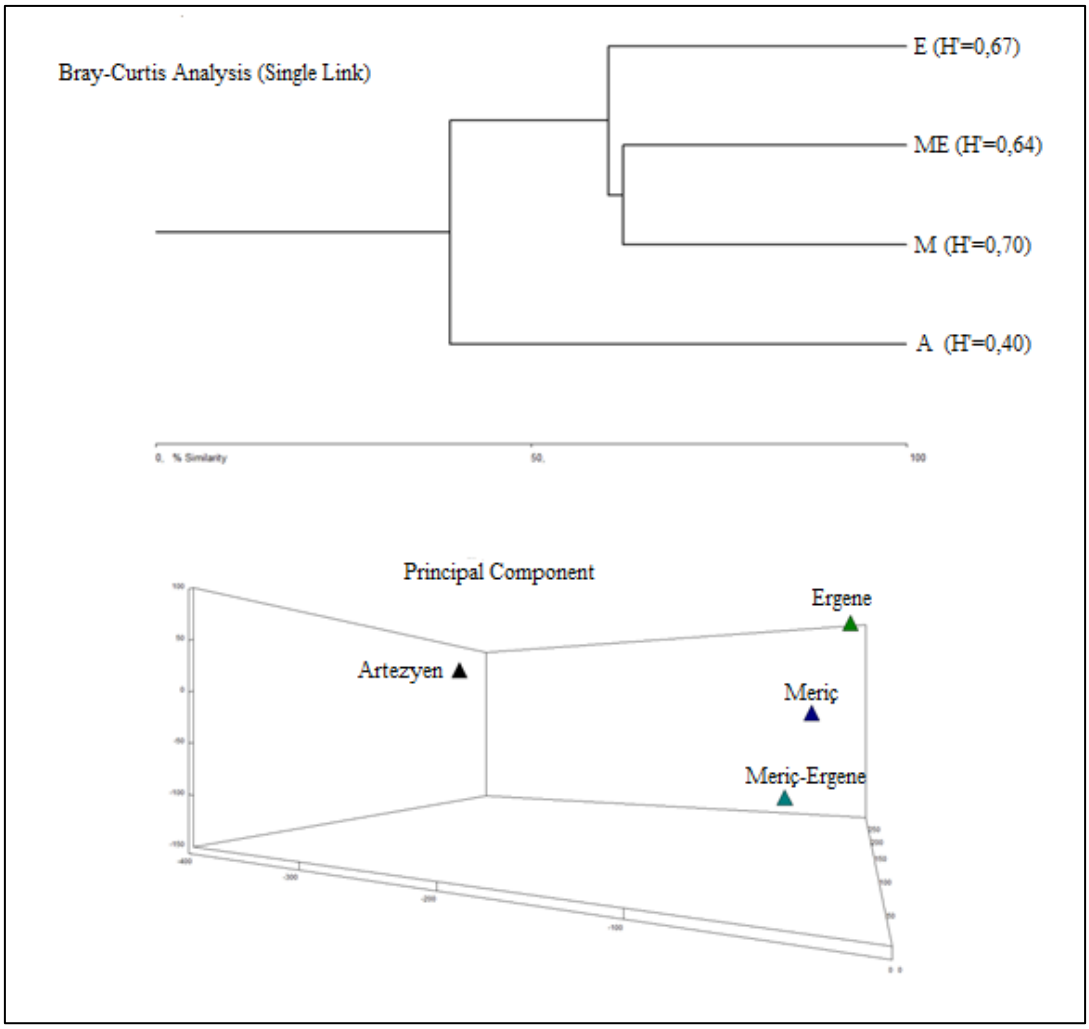
Şekil 4.15. Örnekleme İstasyonlarının Oligochaeta Grubuna Ait Bireyler Açısından Benzerlik Durumları ve Shannon-Wiener İndeks Değerleri



Şekil 4.16. Örnekleme İstasyonlarının Chironomidae Grubuna Ait Bireyler Açısından Benzerlik Durumları ve Shannon-Wiener İndeks Değerleri



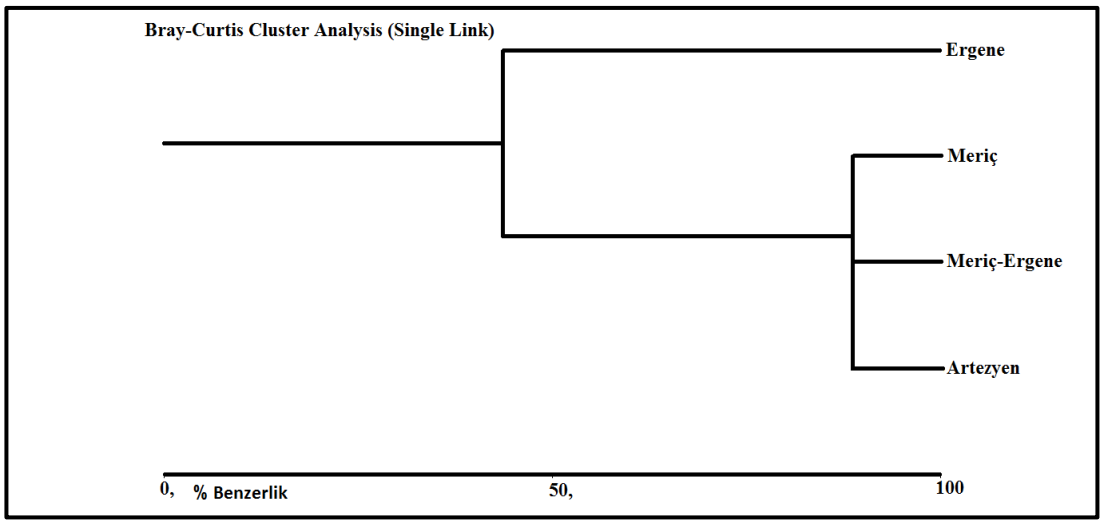
Şekil 4.17. Örnekleme İstasyonlarının Diğer Insecta Grubuna Ait Bireyler Açısından Benzerlik Durumları ve Shannon-Wiener İndeks Değerleri



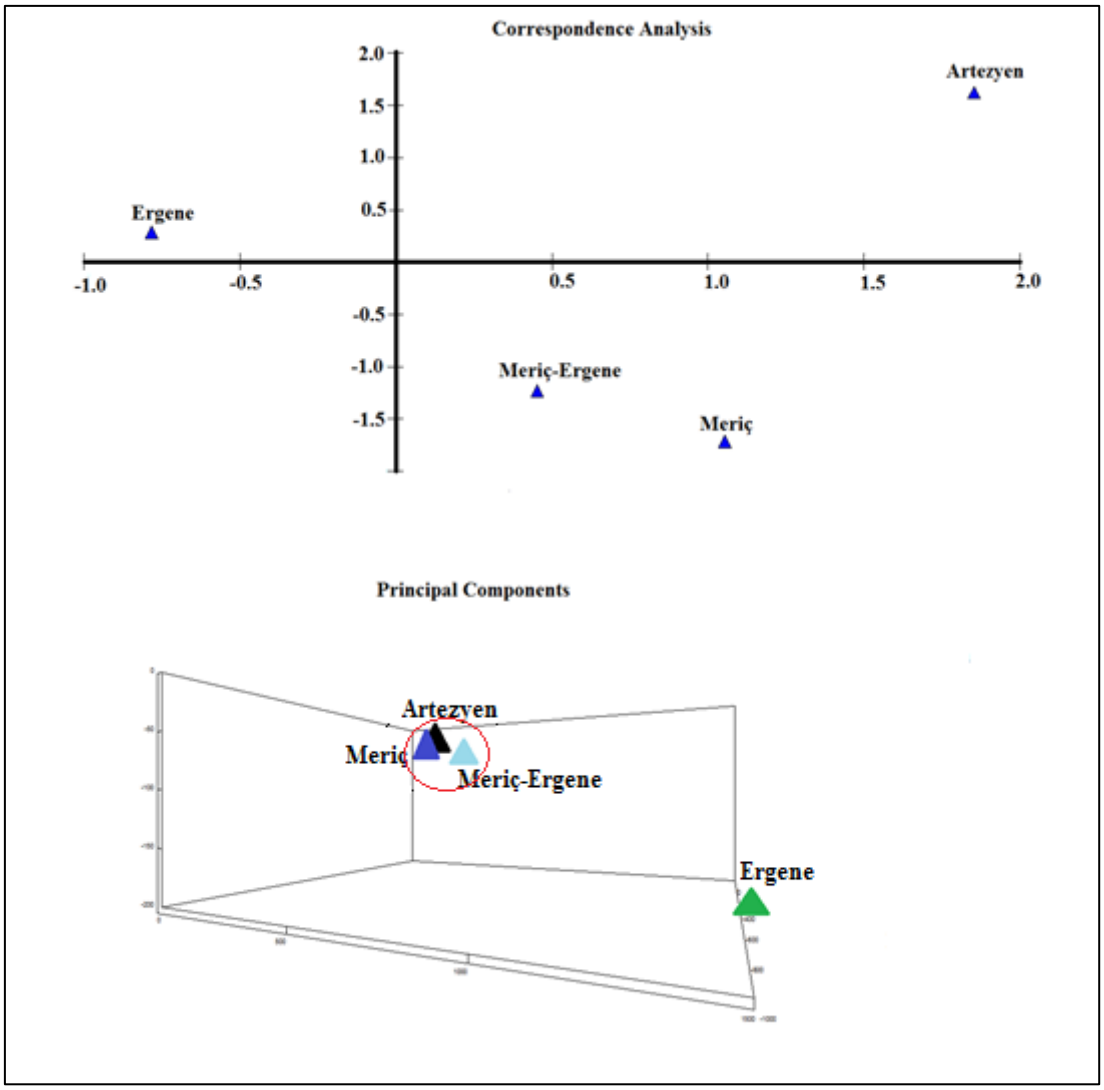
Şekil 4.18. Örnekleme İstasyonlarının Diğer Taksonlar Grubuna Ait Bireyler Açısından Benzerlik Durumları ve Shannon-Wiener İndeks Değerleri

4.4.2. Fizikokimyasal Özelliklere Ait İndeks Sonuçları

Örnekleme istasyonlarının fizikokimyasal içerikleri açısından benzerlik durumlarını belirlemek amacıyla yapılan Bray-Curtis benzerlik indeksi sonuçlarına göre ise artezyen suyu, Meriç Nehir suyu ve Meriç-Ergene Nehir sularıyla beslenen istasyonların birbirlerine en benzer olduğu tespit edilirken (%89 benzerlik), Ergene Nehir suyu ile beslenen istasyonların diğer istasyonlardan faklı olduğu tespit edildi (Şekil 4.19). Elde edilen bu bulgular, Correspondence Analysis (CA) ve Principal Components Analysis (PCA) indeksleriyle de desteklendi (Şekil 4.20).

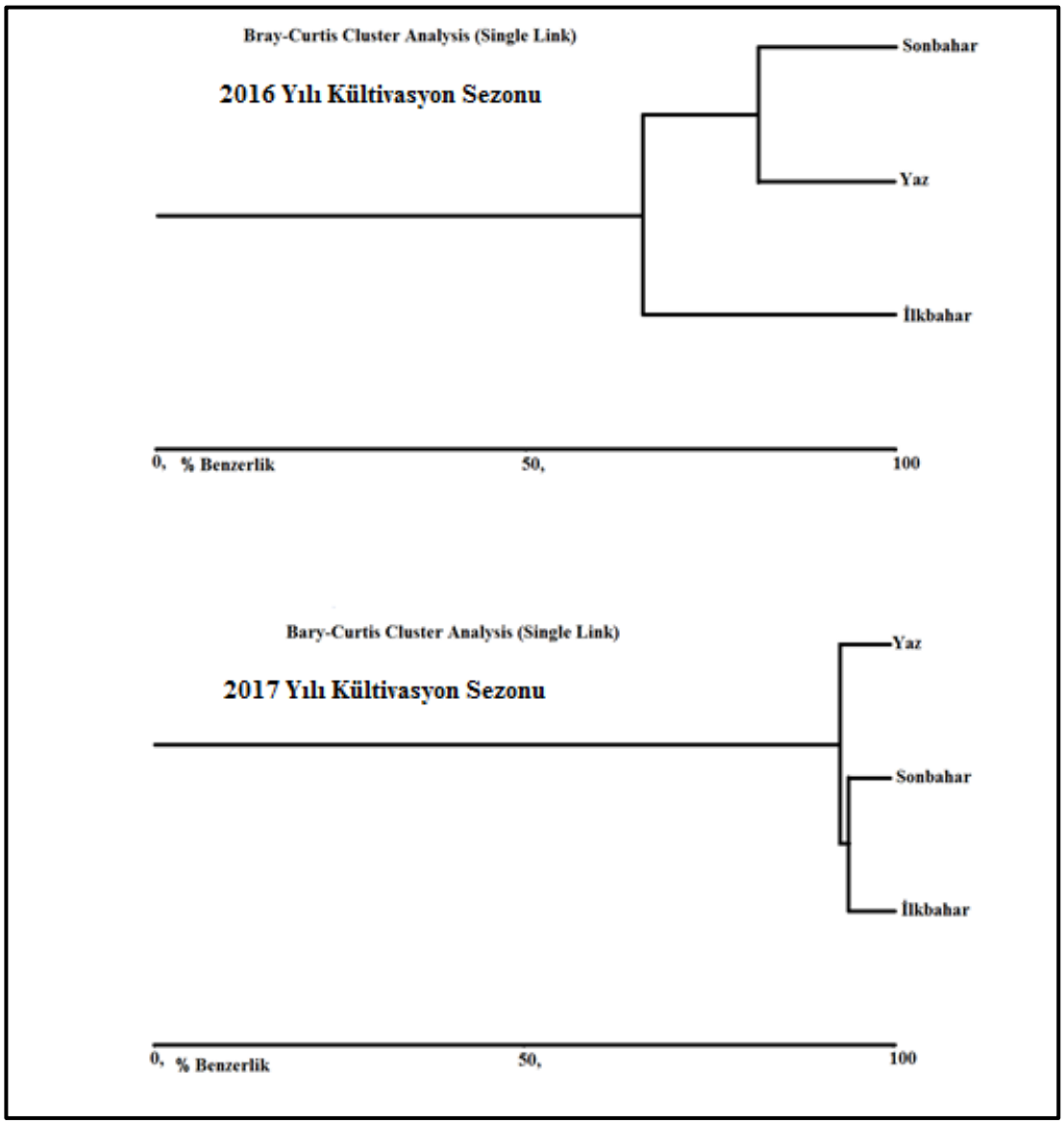


Şekil 4.19. Örnekleme İstasyonlarında Ölçülen Fizikokimyasal Özelliklerin İstasyonlara Göre Benzerlik Dendogramları



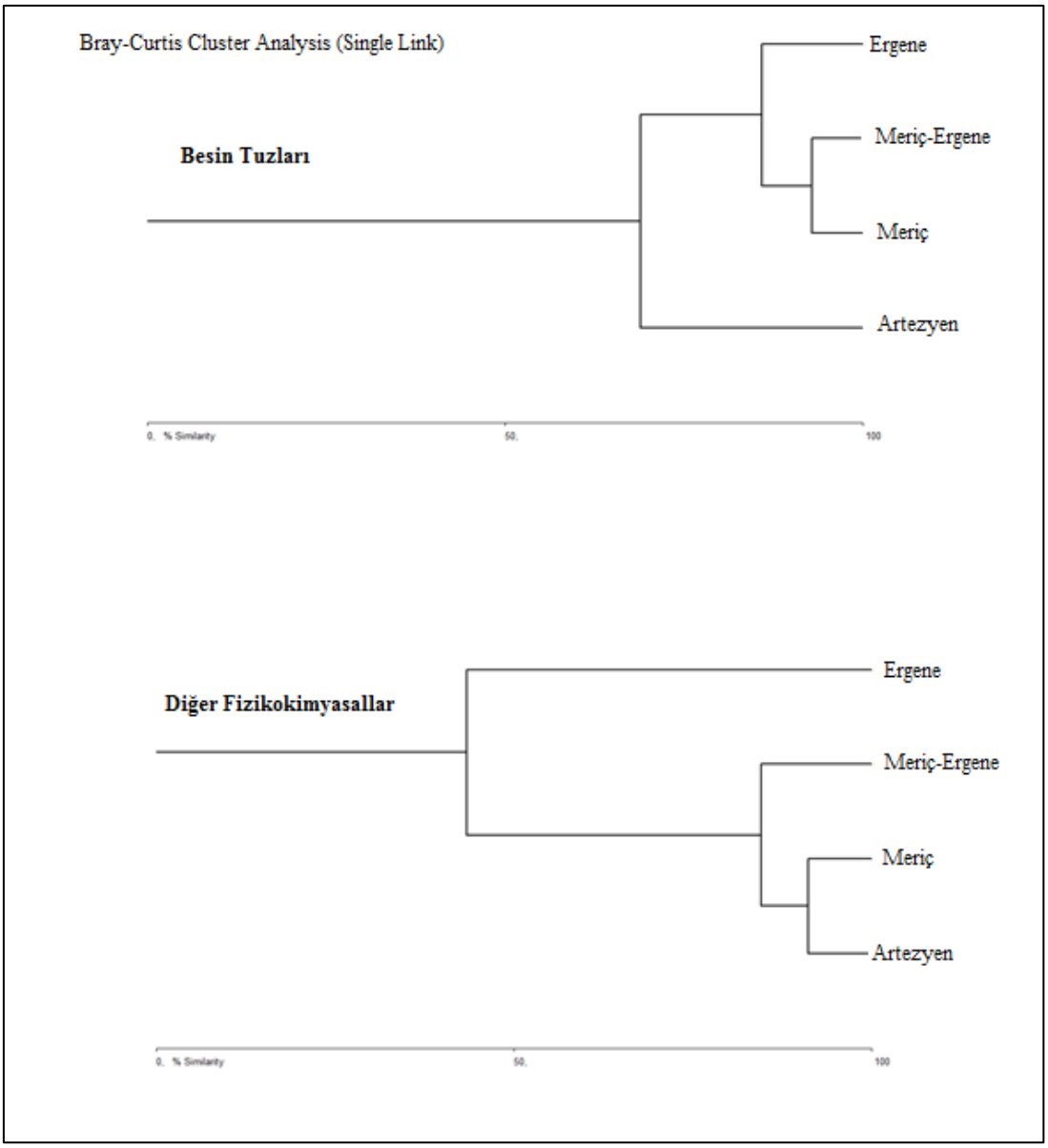
Şekil 4.20. Örnekleme İstasyonlarında Ölçülen Fizikokimyasal Özelliklerin Ortalama Değerlerinin CA ve PCA Sonuçları

Mevsimsel açıdan değerlendirildiğinde ise fizikokimyasal içerikleri açısından 2016 yılı kültivasyon döneminde sonbahar ve yaz mevsimlerinin birbirine en benzer oldukları belirlenirken (%82 benzerlik), 2017 yılı kültivasyon döneminde ise ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinin birbirlerine en benzer oldukları belirlendi (%94 benzerlik) (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. 2016 ve 2017 Yılı Kültivasyon Sezonunda Ölçülen Fizikokimyasal Faktörlerin Mevsimsel Olarak Benzerlik Dendogramları

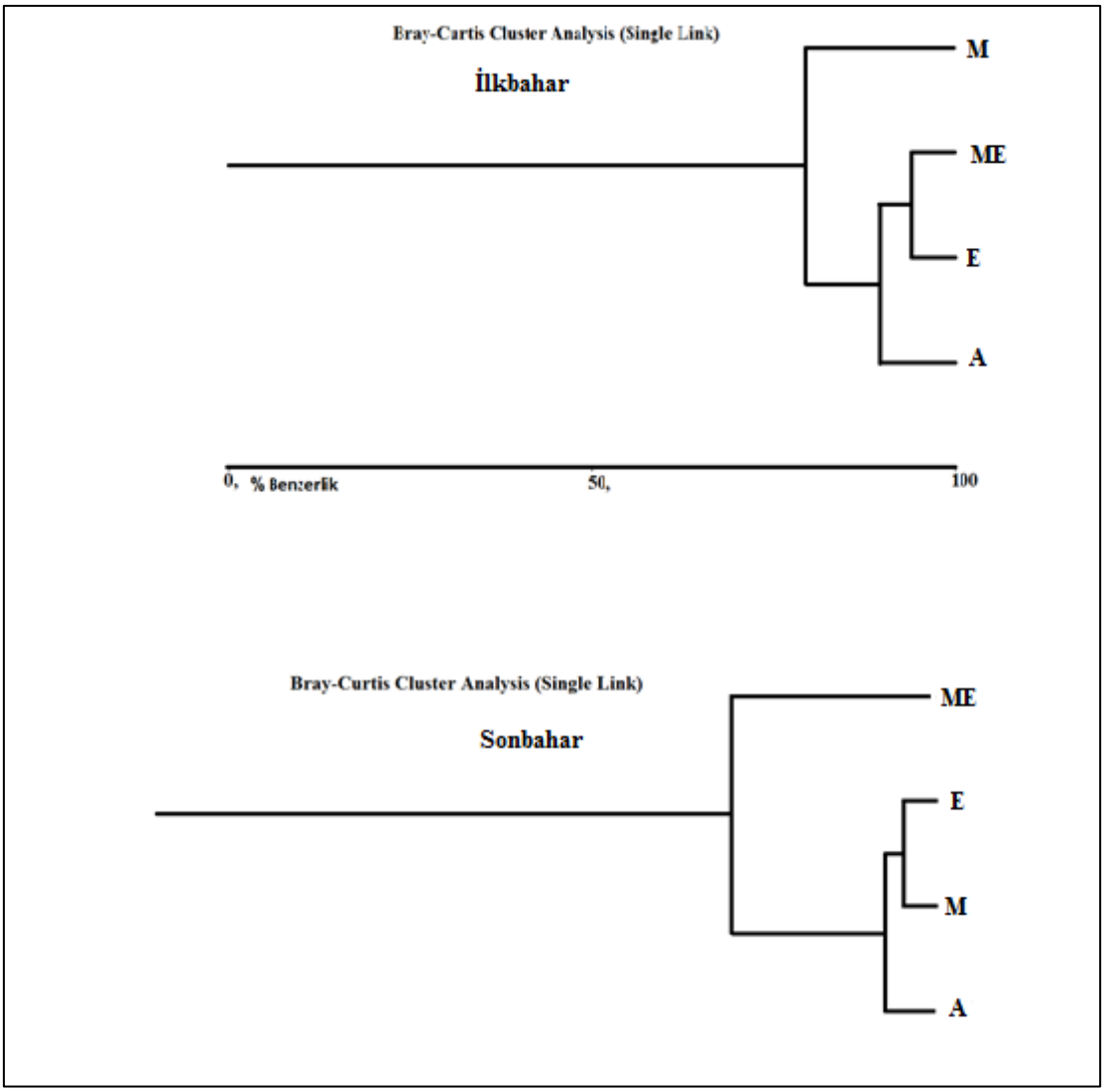
Ayrıca, örnekleme istasyonlarının benzerlik durumları, besin tuzları (nitrit azotu, nitrat azotu, fosfat, sülfat) ve diğer fizikokimyasal özellikler (sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, elektrik iletkenliği, tuzluluk, TDS, toplam sertlik, magnezyum, kalsiyum) açısından da ayrı ayrı karşılaştırıldı. Buna göre, besin tuzlarının ayrı değerlendirmesinde artezyen suyu ile beslenen istasyonların ortalama değerlerinin diğer istasyonlardan ölçülen ortalama değerler açısından farklı olduğu tespit edilirken, diğer fizikokimyasal özellikler açısından Ergene Nehri ile beslenen istasyonların diğerlerinden farklı olduğu saptandı (Şekil 4.22).



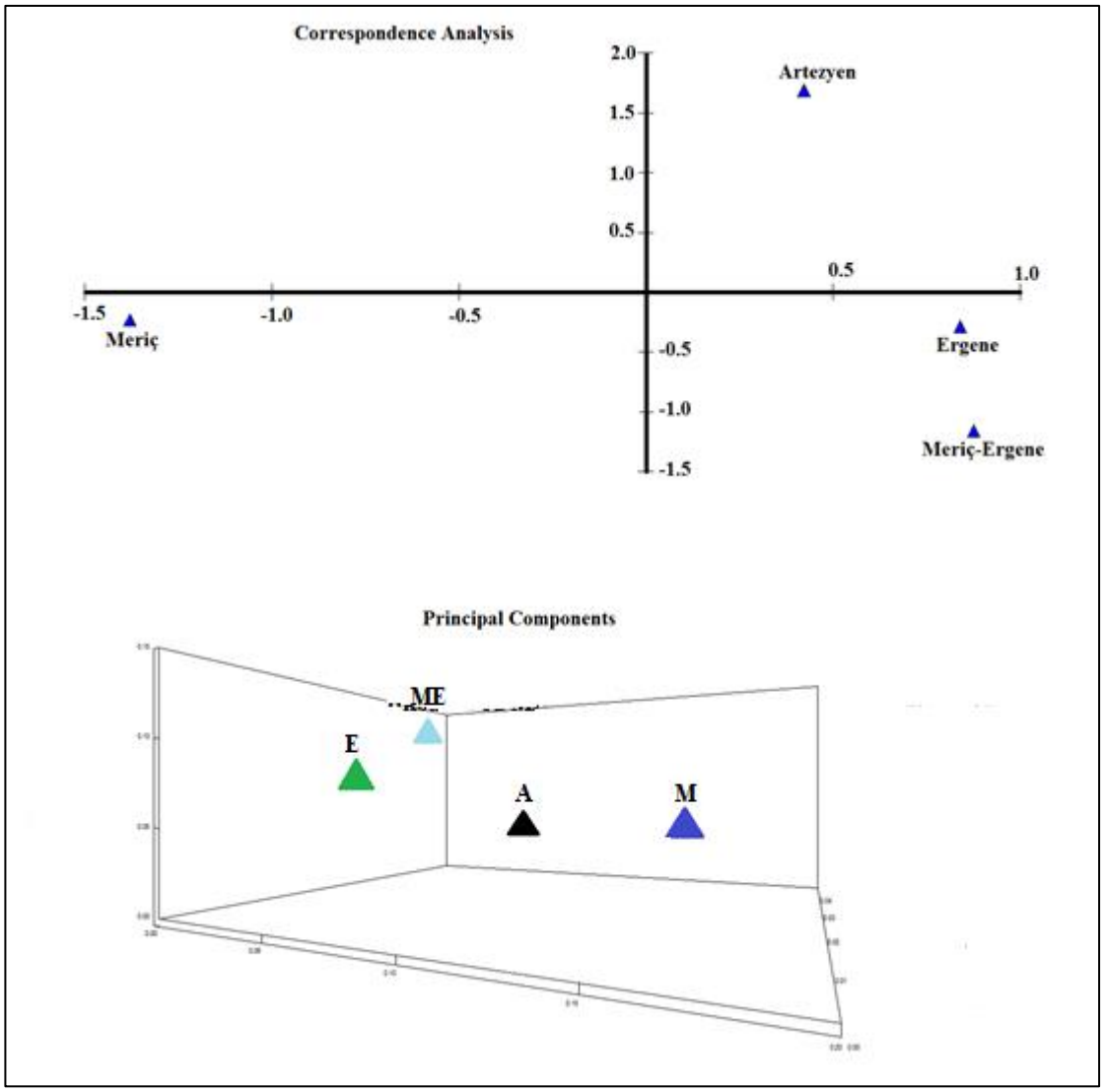
Şekil 4.22. Örnekleme İstasyonlarının Besin Tuzları ve Diğer Fizikokimyasal Özellikler Açısından Benzerlik Dendogramları

4.4.3. Ağır Metallere Ait İndeks Sonuçları

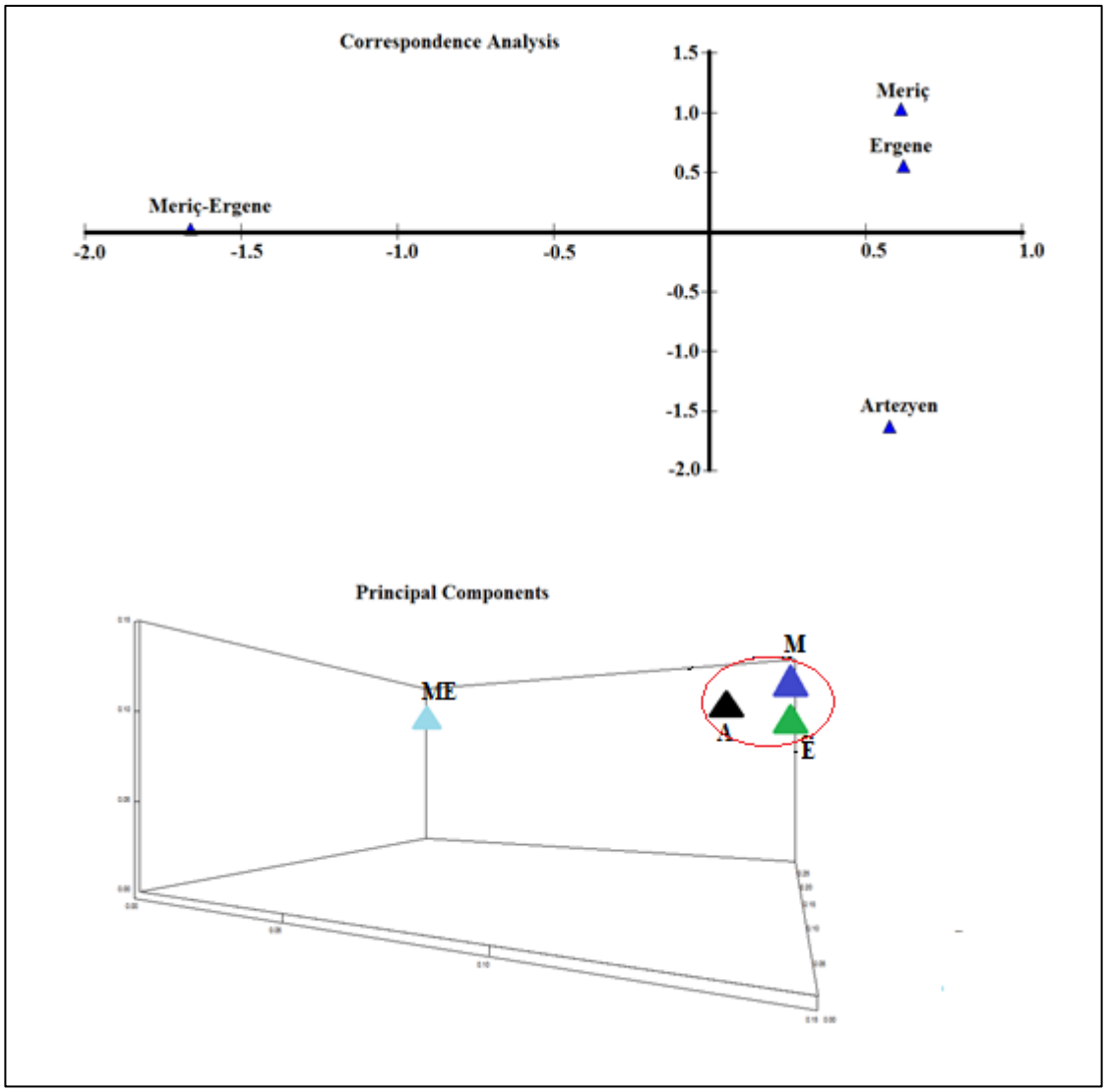
Örneklenen istasyonların ağır metal içerikleri açısından benzerlik durumlarını belirlemek amacıyla yapılan Bray-Curtis benzerlik İndeks sonuçlarına göre ise, ilkbahar mevsiminde su örneklerindeki ağır metal içerikleri değerlendirildiğinde; Ergene ve Meriç-Ergene Nehir suları ile beslenen istasyonların birbirlerine en benzer olduğu tespit edilirken (%94 benzerlik), Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonların diğerlerinden faklı olduğu tespit edildi (Şekil 4.23). Sonbahar mevsimindeki su örneklerinde ise, Ergene Nehri ve Meriç Nehri ile beslenen istasyonların ağır metal içeriklerinin birbirine en benzer olduğu belirlenirken (%96 benzerlik), Meriç-Ergene Nehir sularıyla beslenen istasyonların diğerlerinden farklı olduğu belirlendi (Şekil 4.23). Elde edilen bu bulgular, Correspondence Analysis (CA) ve Principal Components Analysis (PCA) indeksleriyle de desteklendi (Şekil 4.24, Şekil 4.25).



Şekil 4.23. Su Örneklerindeki Ağır Metal İçeriklerinin Benzerlik Dendogramları

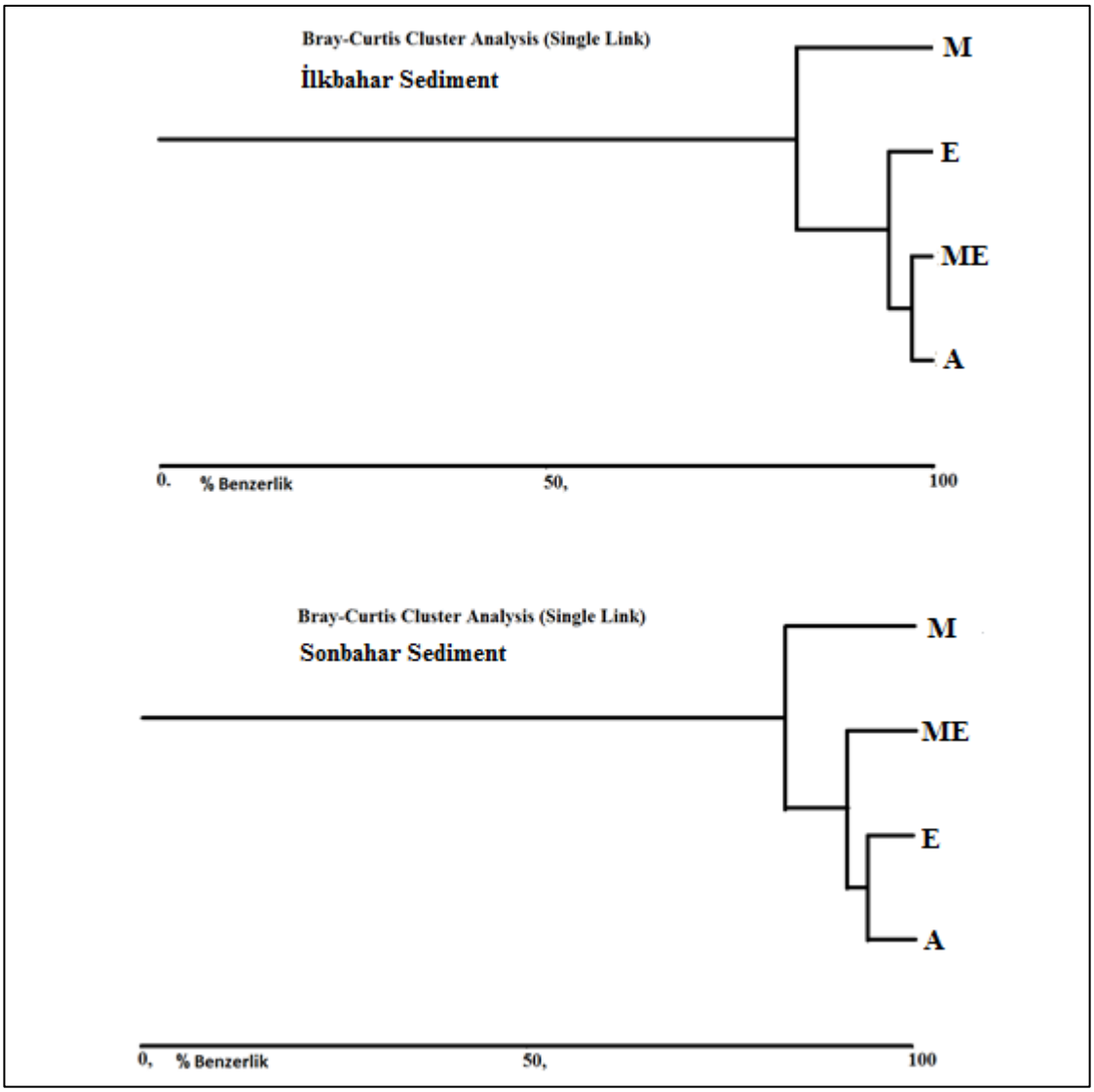


Şekil 4.24. İlkbahar Mevsiminde Su Örneklerinden Ölçülen Ağır Metal İçeriklerinin CA ve PCA İndeks Sonuçları

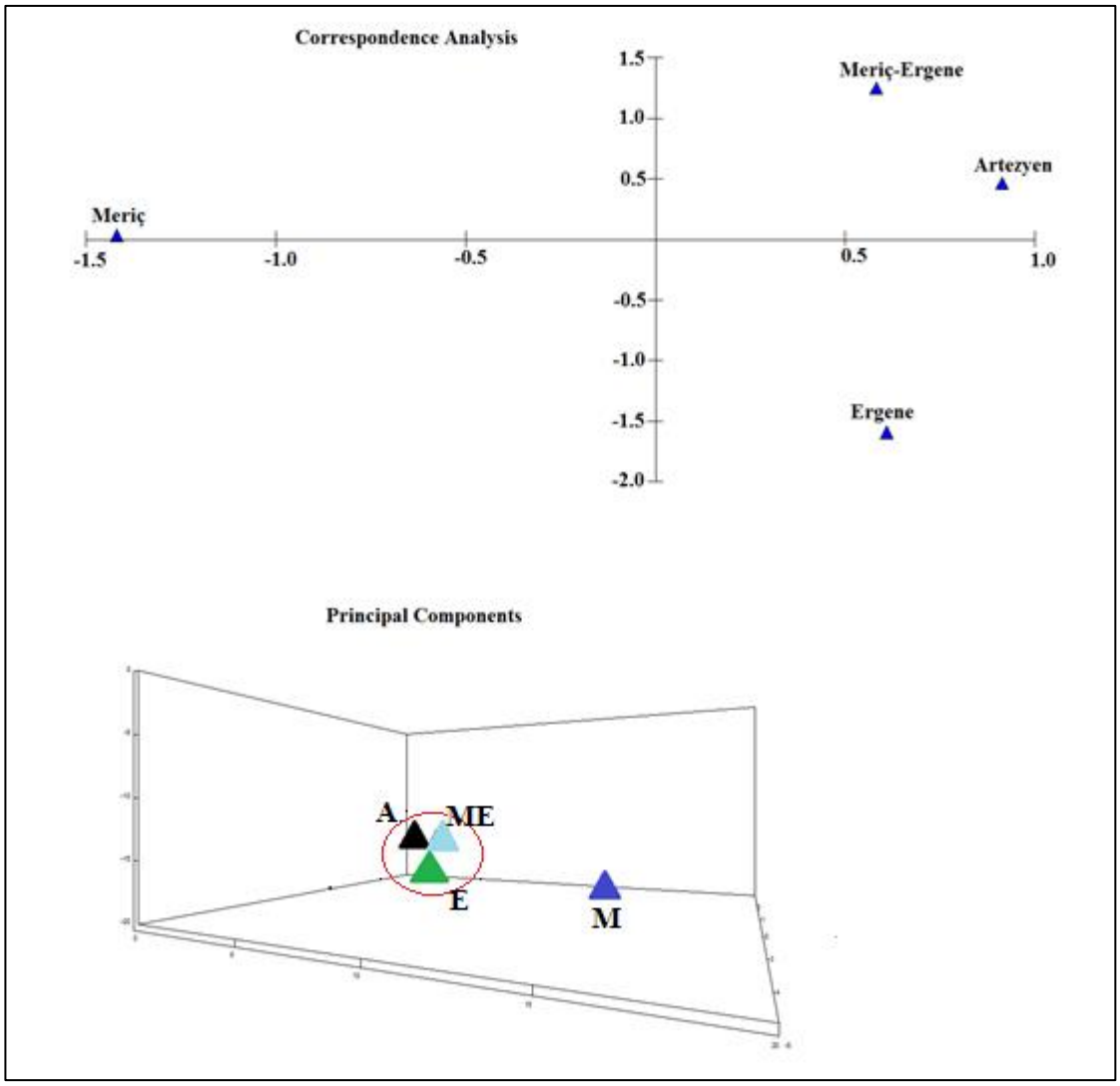


Şekil 4.25. Sonbahar Mevsiminde Su Örneklerinden Ölçülen Ağır Metal İçeriklerinin CA ve PCA İndeks Sonuçları

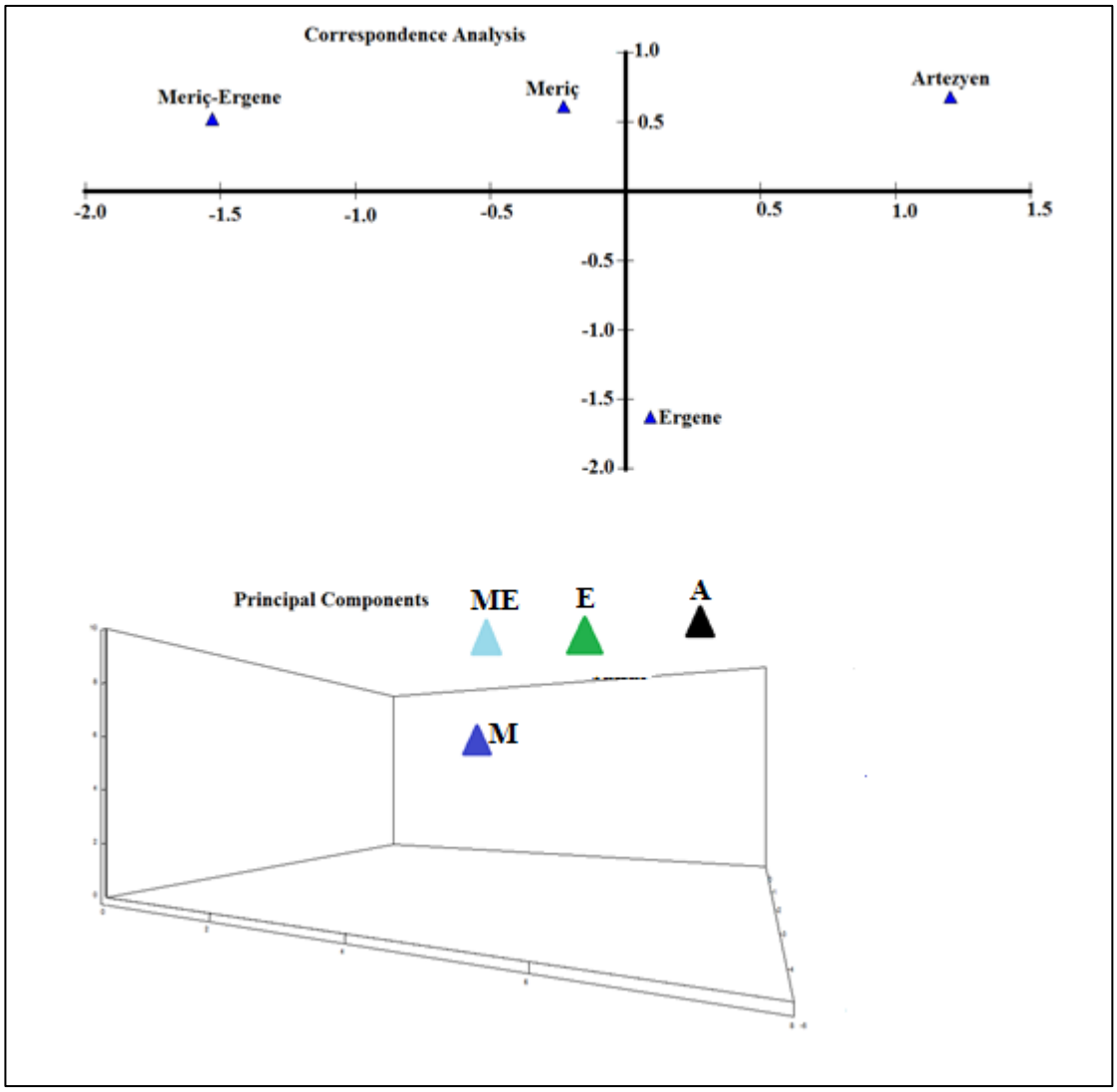
İlkbahar mevsiminde sediment örneklerindeki ağır metal içerikleri değerlendirildiğinde; artezyen suyu ve Meriç-Ergene Nehir suları ile beslenen istasyonlardan alınan sediment örneklerinin birbirlerine en benzer olduğu tespit edilirken (%97 benzerlik), sonbahar mevsiminde alınan sediment örneklerinde ise, artezyen suyu ve Ergene Nehir suyuyla beslenen istasyonlar birbirine en benzer olduğu belirlendi (%96 benzerlik) (Şekil 4.26). Elde edilen bu bulgular, Correspondence Analysis (CA) ve Principal Components Analysis (PCA) indeksleriyle de desteklendi (Şekil 4.27, Şekil 4.28).



Şekil 4.26. Sediment Örneklerindeki Ağır Metal İçeriklerinin Benzerlik Dendogramları



Şekil 4.27. İlkbahar Mevsiminde Sediment Örneklerinden Ölçülen Ağır Metal İçeriklerinin İstasyonlara Göre CA ve PCA İndeks Sonuçları

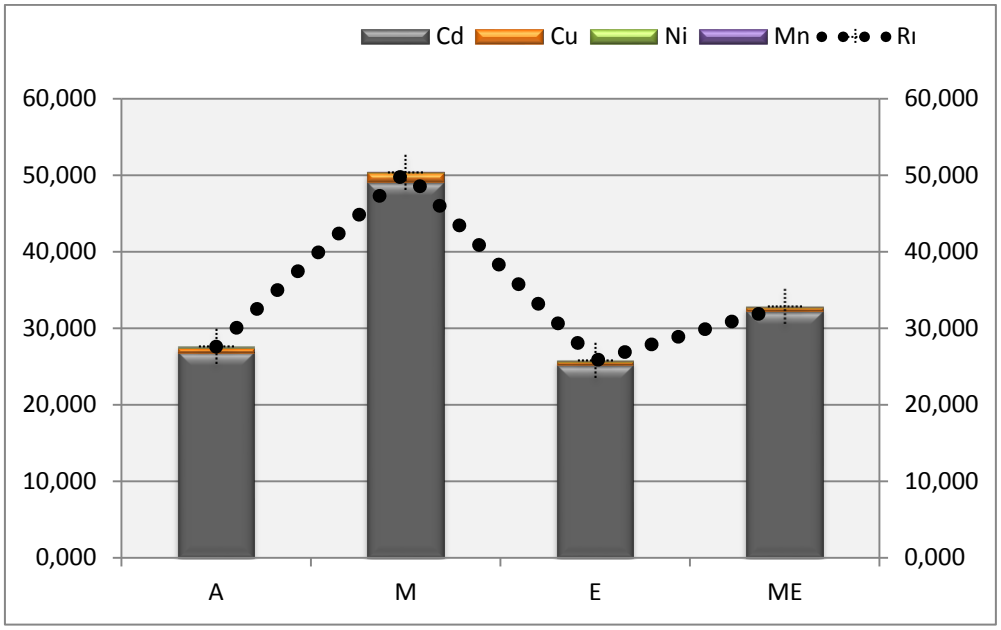


Şekil 4.28. Sonbahar Mevsiminde Sediment Örneklerinden Ölçülen Ağır Metal İçeriklerinin İstasyonlara Göre CA ve PCA İndeks Sonuçları

Ayrıca, Meriç-Ergene Havzası'ndaki çeltik ekim alanlarından belirlenen istasyonların sedimentinde ölçülen ağır metallere ait multinomial Potansiyel Ekolojik Risk İndeks (PERİ) ile Biyolojik Risk İndeksi (BRİ), Kirlilik Faktörleri (CF) ve Kirlilik Yük İndeksi (PLI) faktör değerleri hesaplanarak veriler Çizelge 4.15, Çizelge 4.16, Çizelge 4.17 ve Şekil 4.29, Şekil 4.30'da verildi.

Çizelge 4.15. Örnekleme İstasyonlarının Sedimentinde Ölçülen Ağır Metallere Ait Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi Sonuçları

İstasyon	E^i_r				R_i
	Cd	Cu	Ni	Mn	
A	26,826	0,610	0,139	0,016	27,591
M	49,125	1,233	0,078	0,015	50,451
E	25,215	0,458	0,122	0,017	25,811
ME	32,280	0,476	0,086	0,016	32,857



Şekil 4.29. Örnekleme İstasyonlarına Ait Multinomial Potansiyel Ekolojik Risk İndeks Grafiği (PERİ)

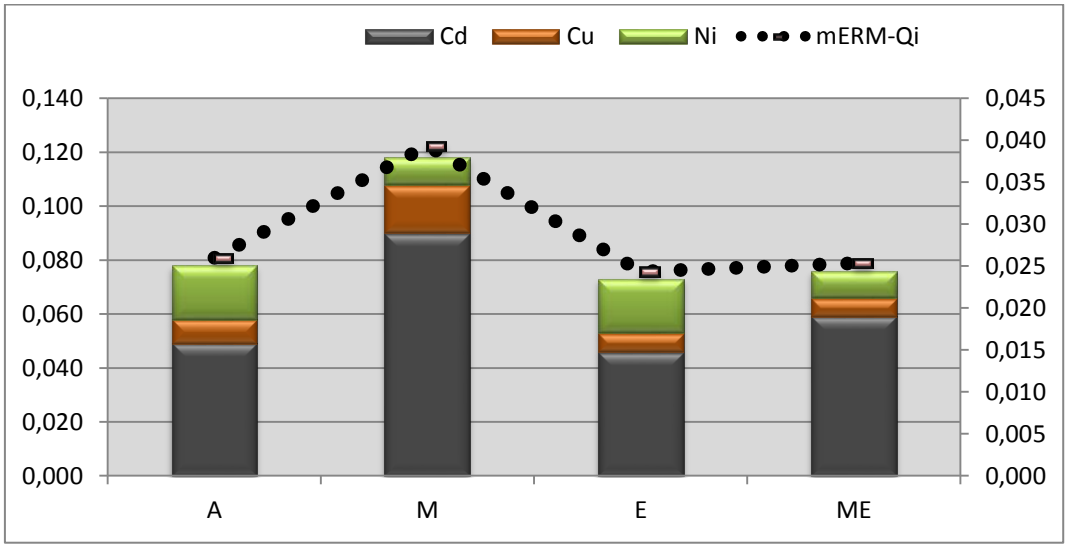
Çizelge 4.16. Örnekleme İstasyonlarına Ait Kirlilik Faktörleri (CF) ve Kirlilik İndeksi Verileri (PLI)

İstasyon	CF				PLI
	Cd	Cu	Ni	Mn	
A	0,8835	0,1219	0,0277	0,0159	0,0
M	1,6375	0,2465	0,0156	0,0153	0,0
E	0,8405	0,091	0,0243	0,0167	0,0
ME	1,076	0,0951	0,0171	0,0156	0,0

Meriç-Ergene Havzası'ndaki çeltik ekim alanlarından belirlenen örnekleme istasyonlarına ait multinomial Biyolojik Risk İndeks (BRİ) değerleri hesaplanarak veriler Çizelge 4.17 ve Şekil 4.30'da verildi.

Çizelge 4.17. Örnekleme İstasyonlarına Ait Biyolojik Risk İndeksi Verileri

İstasyon	ERM-Q_i			
	Cd	Cu	Ni	mERM-Q_i
A	0,049	0,009	0,02	0,026
M	0,09	0,018	0,01	0,039333
E	0,046	0,007	0,02	0,024333
ME	0,059	0,007	0,01	0,025333



Şekil 4.30. Örnekleme İstasyonlarına Ait Multinomial Biyolojik Risk İndeks Grafiği (BRİ)

4.4.4. Bentik Makroomurgasız Dağılımları ve Fizikokimyasal İçeriklerin Korelasyonlarına Ait İndeks Sonuçları

Meriç-Ergene Havzası'ndaki çeltik tarlalarından seçilen istasyonlarda 2 kültivasyon sezonları süresince tespit edilen bentik makroomurgasız taksonların dağılımları ile bu dağılımda etkili olabilecek fizikokimyasal faktörlerle ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla Spearman Korelasyon İndeksi'nden yararlanıldı. Buna göre;

- İlkbahar mevsiminde, Oligochaeta'dan *H. perpusilla* bireylerinin dağılımları ile nitrit azotu arasında pozitif korelasyon ($r=0.774$, $p<0.05$) olduğu; Chironomidae'den *H. fucicola* bireylerinin dağılımları ile sıcaklık ($r= -0.761$, $p<0.05$) arasında negatif, iletkenlik ($r=0.736$, $p<0.05$) ve çözünmüş oksijen ($r=0.837$, $p<0.01$) arasında pozitif korelasyon olduğu; Chironomidae'den *C. plumosus* bireylerinin dağılımları ile iletkenlik ($r= -0.753$, $p<0.05$), tuzluluk ($r= -0.759$, $p<0.05$) ve TDS ($r= -0.856$, $p<0.01$) arasında negatif korelasyon olduğu; Chironomidae'den *P. nubifer* bireylerinin dağılımları ile magnezyum ($r=0.750$, $p<0.05$) ve fosfat ($r=0.776$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon olduğu; Oligochaeta'dan *T. tubifex* ile *L. hoffmeisteri* türlerine ait bireyler arasında pozitif korelasyon olduğu ($r=1.00$, $p<0.01$),
- Yaz mevsiminde, Oligochaeta'dan *E. tetraedra* bireylerinin dağılımları ile nitrat azotu ($r= -0.828$, $p<0.05$) ve sülfat ($r= -0.802$, $p<0.05$) arasında negatif korelasyon olduğu; Oligochaeta'dan *S. lacustris* bireylerinin dağılımları ile nitrat azotu ($r= -0.768$, $p<0.05$) arasında negatif korelasyon olduğu; Oligochaeta'dan *L. hoffmeisteri* bireylerinin dağılımları ile pH ($r=0.765$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon olduğu; Chironomidae'den *T. punctipennis* bireylerinin dağılımları ile magnezyum ($r= -0.865$, $p<0.01$) arasında negatif, toplam sertlik ($r=0.862$, $p<0.01$) ve çözünmüş oksijen ($r=0.913$, $p<0.01$) arasında pozitif korelasyon olduğu; Chironomidae'den *C. plumosus* bireylerinin dağılımları ile çözünmüş oksijen ($r= -0.805$, $p<0.05$) ve toplam sertlik ($r= -0.781$, $p<0.05$) arasında negatif korelasyon olduğu; Chironomidae'den *C. mancus* bireylerinin dağılımları ile sıcaklık ($r= -0.823$, $p<0.05$) arasında negatif, toplam sertlik ($r=0.791$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon olduğu; Chironomidae'den *V. arduennensis* bireylerinin

dağılımları ile tuzluluk (r= -0.783, p<0.05) ve TDS (r= -0.783, p<0.05) arasında negatif korelasyon olduğu; Ephydridae bireylerinin dağılımları ile nitrit azotu (r=0.850, p<0.01) arasında pozitif korelasyon olduğu; Stratiomyidae bireylerinin dağılımları ile nitrit azotu (r=0.825, p<0.05) arasında pozitif korelasyon olduğu; Coleoptera larvalarının dağılımları ile nitrat azotu (r=0.831, p<0.05) ve sülfat (r=0.880, p<0.01) arasında pozitif korelasyon olduğu;

- Sonbahar mevsiminde, Oligochaeta'dan *E. tetraedra* bireylerinin dağılımları ile sülfat (r= -0.798, p<0.05) ve nitrit azotu (r= -0.733, p<0.05) arasında negatif, çözünmüş oksijen (r=0.749, p<0.05) arasında pozitif korelasyon olduğu; Oligochaeta'dan *A. furcatus* bireylerinin dağılımları ile kalsiyum (r=0.733, p<0.05) arasında pozitif korelasyon olduğu; Oligochaeta'dan *L. hoffmeisteri* bireylerinin dağılımları ile kalsiyum (r=0.764, p<0.05) arasında pozitif korelasyon olduğu; Gastropoda'dan *P. acuta* bireylerinin dağılımları ile tuzluluk (r=0.708, p<0.05), iletkenlik (r=0.708, p<0.05) ve fosfat (r=0.778, p<0.05) arasında pozitif korelasyon olduğu; Gastropoda'dan *G. piscinarum* bireylerinin dağılımları ile tuzluluk (r=0.733, p<0.05), iletkenlik (r=0.733, p<0.05) ve TDS (r=0.751, p<0.05) arasında pozitif korelasyon olduğu; Odonata'dan *O. albistylum* bireylerinin dağılımları ile nitirit azotu (r=0.718, p<0.05) arasında pozitif korelasyon olduğu; Coleoptera'dan *H. geminus* bireylerinin dağılımları ile tuzluluk (r=0.778, p<0.05), iletkenlik (r=0.778, p<0.05), nitrat azotu (r=0.729, p<0.05) ve fosfat (r=0.770, p<0.05) arasında pozitif korelasyon olduğu; Ceratopogonidae bireylerinin dağılımları ile sıcaklık (r=0.733, p<0.05), toplam sertlik (r=0.768, p<0.05), nitrat azotu (r=0.768, p<0.05) ve fosfat (r=0.757, p<0.05) arasında pozitif korelasyon olduğu saptandı. Ayrıca, Oligochaeta ile Chironomidae grupları arasında populasyon yoğunluğu bakımından negatif bir korelasyon olduğu belirlendi (r= -0.773, p<0.05).

Tüm istasyonlardan 2 kültivasyon sezonu boyunca tespit edilen bentik makroomurgasız taksonların dağılımları üzerinde korelasyona sahip olduğu tespit edilen fizikokimyasal faktörlerin Spearman rho değerleri ve istatistiksel güven aralığı (p değeri) Çizelge 4.18'de gösterildi.

Çizelge. 4.18. Bentik Makroomurgasızların Dağılımında Korelasyon Olduğu Saptanan Fizikokimyasal Ait Spearman's rho Sonuçları

		Takson	Fizikokimyasallar									Besin Tuzları			
			Sıc.	pH	Ç.O.	E.İ.	Tuzl.	TDS	Ca^{+2}	Mg^{+2}	T.S.	NO_2-N	NO_3-N	PO_4^{-3}	SO_4^{-2}
İlkbahar	Ol	*H. perpusilla*										0.774*			
	Chi	*P. nubifer*								0.750*				0.776*	
		C. plumosus				-0.753*	-0.759*	-0.856**							
		H. fucicola	-0.761*		0.837**	0.736*									
Yaz	Olig	*E. tetraedra*											-0.828*		-0.802*
		S. lacustris											-0.768*		
		L. hoffmeisteri		0.765*											
	Chi	*T. punctipennis*			0.913**					-0.865**	0.862**				
		C. plumosus			-0.805*						-0.781*				
		C. mancus	-0.823*								0.791*				
		V. arduennensis					-0.783*				-0.783*				
	Insct	Ephydridae										0.850**			
		Stratiomyidae										0.825*			
		Coleopt.(larva)											0.831*		0.880**
Sonbahar	Olig	*E. tetraedra*			0.749*							-0.733*			-0.798*
		A. furcatus							0.733*						
		L. hoffmeisteri							0.764*						
	Insct	*O. albistylum*										0.718*			
		H. geminus				0.778*	0.778*						0.729*	0.770*	
		Ceratopog.	0.733*								0.768*		0.768*	0.757*	
	DT	*P. acuta*				0.708*	0.708*							0.778*	
		G. piscinarum				0.733*	0.733*	0.751*							

p<0.05; **p<0.01

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünyada farklı karakterlere sahip sulak alanların yaklaşık %15'ini oluşturan çeltik tarlalarının bentik makroomurgasızlar için de ev sahipliği yapıyor olması dikkate alınarak gerçekleştirilen bu çalışmada, Türkiye'nin pirinç ihtiyacını karşılayan en önemli havzalardan biri olan Meriç-Ergene Havzası'nda yer alan çeltik alanları bu amaç doğrultusunda değerlendirildi. Buna göre, söz konusu alandaki bentik makroomurgasızların taksonomik açıdan incelenmesinin yanı sıra, kantitatif analizleri de gerçekleştirildi.

Besin zincirindeki en önemli halkalardan biri olan bentik makroomurgasızların, başta diğer omurgasızlar olmak üzere balık, kurbağa ve kuşların temel besinini oluşturmaları nedeniyle, ekosistemin devamlılığı ve biyolojik çeşitliliğinin korunması için vazgeçilmez unsurlar olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca, pek çok farklı gruba ait bentik omurgasızların çeltik tarlalarının çamur kısmında oluklar açarak sedimentin havalanmasını ve böylece makro (nitrojen, fosfor ve organik karbon gibi) ve mikro nutrientlerin (eser elementler) geri dönüşüm hızlarını biyotürbasyonla arttırmaları da söz konusudur. Bu nedenle, bentik makroomurgasızlar doğal ve yapay tüm sulak alanlar için oldukça önemli görevler üstlenen ve ekosistemin devamlılığı açısından korunmaları gereken en önemli faktörlerdendir.

Diğer sucul ekosistemlerde olduğu gibi, çeltik tarlaları da pek çok çevresel koşulun (gün ışığı, rüzgar, hava sıcaklığı, yağış vb.) etkisi altındadır. Ancak bu sucul ekosistemlerin diğer doğal sulak alanlardan farklı olarak maruz kaldığı tarımsal

uygulamalar (pestisit ve gübre kullanımı gibi) başta olmak üzere ve diğer pek çok antropojenik kökenli etkiler (yerleşim alanlarından veya sanayi alanlarından gelen) de alandaki bentik makroomurgasız çeşitliliği üzerinde oldukça büyük baskılar oluşturur. Özellikle toplumsal kültüre göre değişen farklı tarımsal uygulamalar, bentik makroomurgasız dinamiği üzerinde farklı etkilerin gözlenmesine yol açabilir. Bu nedenle, çeltik tarlalarındaki bentik makroomurgasız çeşitliliği değerlendirilirken, tarlalarının bulunduğu coğrafik konuma bağlı iklimsel koşulların, tarladaki sulama suyunun fizikokimyasal özelliklerinin ve antropojenik kökenli etkilerin göz önünde bulundurularak birlikte değerlendirilmesi, ekosistemin sürdürülebilir kullanımı için önerilerde bulunulması adına daha güvenli sonuçlar verecektir.

Bu çalışmada, ülkemizin pirinç ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayan Meriç-Ergene Havzası çeltik tarlalarındaki bentik makroomurgasız faunasının kalitatif ve kantitatif açıdan değerlendirilmesi gerçekleştirildi. Yapılan değerlendirmeler neticesinde çeltik tarımı esnasında sucul ve yarı-sucul safhada aktif olarak yer alan bentik makroomurgasız gruplarının, değişen habitat özelliklerine uyumlu bir süksesyon yapısı sergileyerek yerleştiği gözlendi. Ayrıca, organizma gruplarının mevsimsel dağılımlarında etkili olabilecek bazı çevresel faktörlerin de araştırılması neticesinde, fauna üzerinde baskı oluşturabilecek potansiyel ekolojik risk durumları da belirlenmeye çalışıldı. Buna göre, özellikle tarımsal müdahalelere bağlı uygulamaların ekosistem yapısı üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceği tespit edilirken, çeltik alanlarının da bentik canlılar için önemli birer sucul ekosistem oldukları ve bu tip ekosistemlerdeki biyoçeşitliliğinin korunması için dışarıdan yapılan müdahalelerin etkenlerin minimuma indirilmesi gerektiği vurgulandı.

Daha önceki yıllarda yapılan, farklı ülkelerdeki çeltik tarlalarının bentik makroomurgasızlarına yönelik bazı taksonomik çalışmalar incelendiğinde, Tayland'daki bir çalışmada tek bir kültivasyon sezonunda 183 zoobentik türün tespit edildiği (Heckman, 1979); Sri Lanka'daki çeltik tarlalarında 1 kültivasyon sezonu boyunca yapılan bir çalışmada, 1 kültivasyon sezonunda çeltiklerin sucul fazında toplamda 68 bentik makroomurgasız taksonunun belirlendiği (Bambaradeniya vd., 1998); Kore'de yapılan çalışmada toplamda 42 familyaya ait 172 sucul insekt türünün tespit edildiği (Han vd., 2007); Brezilya'daki yapılan bir çalışmada ise 71 bentik taksonun elde edildiği (Stenert vd., 2009); Kore'deki bir başka çalışmada toplamda 28

türün kaydedildiği (Kim vd., 2009); Güney Kore'de bulunan çeltik tarlalarındaki sucul omurgasızlarının dağılımını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, toplam 114 zoobentik türün belirlendiği (Kim vd., 2012); Kosta Rika'da yapılan bir başka çalışmada ise, 2 kültivasyon sezonunda toplam 66 makroomurgasız taksonun kaydedildiği (Rizo-Patrón vd., 2013); İtalya'da çeltik tarlalarındaki bentik makroomugasızlarla ilgili yapılan bir çalışmada, 89 zoobentik taksonun belirlendiği (Lupi vd., 2013); Güney Kore'de yapılan çalışmada, 3 kültivasyon sezonu süresince yapılan örneklemeler sonucunda toplamda 61 türün belirlendiği bildirilmiştir (Choe vd., 2016). Bu çalışmada ise 2 kültivasyon sezonu boyunca yapılan araştırmalar neticesinde toplam 77 bentik makroomurgasız taksonuna rastlandı.

Ülkemizde çeltik alanlarıyla ilgili araştırmalar daha çok tarımsal kaliteye yönelik ya da ürün verimi ile ilgili olmakla birlikte, Türkiye'deki çeltik tarlalarında omurgasızlar üzerine yapılan çalışmalara da rastlanmaktadır. Bunlardan, Memişoğlu vd. (1986), Hacet ve Çokkuvvetli (2012) ve Atay vd. (2019)'nin karasal omurgasız formları içeren araştırmalar yapmış oldukları; Kepenekçi (2001), Tülek ve Çobanoğlu (2012) ile Tülek ve diğ. (2012)'nin çeltiklerdeki parazit Nematodlara ait çalışmalar yapmış oldukları görülmektedir. Türkiye'de sucul omurgasızlarla ilgili yapılan taksonomik çalışmalarda ise, Kalkman ve Van Pelt (2006)'nın Odonata türlerini belirlemeye yönelik yaptığı çalışmada olduğu gibi çeltik tarlalarından da örneklemeler yapılmıştır. Trakya'daki çeltik tarlalarında yapılan çalışmaların ise çeltik alanlarındaki ağır metal içeriklerinin araştırılması ve çeltik bitkisinde parazit olan canlıların ve hastalıkların belirlenmesi ile ergin Odonata türleri üzerine yapılan taksonomik çalışmalar olduğu görülmekte olup, söz konusu çalışma alanında bentik makroomurgasızların nitel ve nicel analizlerinin birlikte değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır (Arda vd., 2015; Aydın & Kurşun, 2003; Bellitürk vd., 2012; Gümüştekin & Akın, 2001; Hacet ve Çokkuvvetli, 2012; Kocaman vd., 2015; Özküralpli, 2006; Tok vd., 2005).

Meriç-Ergene Havzası içerisinde yer alan çeltik tarlalarında belirlenen toplam 77 bentik makroomurgasız taksonunun 22 tanesine sadece genel bentoz örneklemelerinde, 14 tanesine ise sadece alan hesaplaması için yapılan örneklemelerde rastlanırken, geriye kalan 41 taksona ise her iki örneklemede de rastlandı. Grup bazında değerlendirildiğinde, tespit edilen örneklerin %73 oranla Arthropoda'ya (Ostracoda, Hydrachnidae, Branchiopoda, Malacostraca, Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Chironomidae, Diğer Diptera) ait olduğu gözlenirken, bunu sırasıyla %18 ile Clitellata, %7 ile Mollusca, %1 ile Cnidaria ve Nematoda'nın izlediği görüldü. Arthropodlar içinde ise en fazla oranı Diptera (%28) takımının oluşturduğu ve bunun da Chironomidae'ye ait larvalar nedeniyle sağlandığı gözlendi.

İki kültivasyon sezonu boyunca, tüm örnekleme istasyonlarından elde edilen veriler nicel açıdan değerlendirildiğinde, toplam 55 takson ile genel ortalamada m^2'de 6635 birey kaydedildi. Taksonomik gruplar içerdikleri tür sayıları açısından değerlendirildiğinde, Diğer Insecta > Chironomidae > Oligochaeta > Diğer Taksonlar şeklinde sıralandıkları belirlendi.

Chironomidae grubunda değerlendirilen bireyler, genel ekolojik özellikleri açısından, larva ve pupa dönemini sucul ortamlarda, ergin dönemini ise karasal ortamda geçiren ve bentoz içerisinde hem tür hem de birey sayısı bakımından en kalabalık gruplardan biri olarak bilinir (Epler, 2001). Bu grubun içerisinde ekolojik toleransı yüksek türler bulunmakla birlikte, hassas türler de yer almaktadır (Armitage, Cranston & Pinder, 1995). Çalışmamızda, Chironomidae Grubu'nun toplam 15 takson ve m^2'de ortalama 2804 bireyle temsil edildiği saptandı. Literatürde bunların çoğunun, yüksek toleranslı türler olduğu ve bu türlerden özellikle *C. plumosus, C. tentans, C. defectus, T. punctipennis* ve *P. nubifer*'e ait bireylerin kirlilik indikatörü olarak tanımlandıkları bildirilir (Armitage vd., 1995; Epler, 2001). Çalışmamızda araştırma alanı olarak seçilen Meriç-Ergene Havzası'ndaki çeltik ekim alanlarında bu türlere oldukça sık rastlanmış olması ise, bu alanlara organik kirlilik yükü girişinin olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca türlerin voltizm özellikleri göz önüne alındığında yılda 2 veya daha fazla döl veren (multivoltin) türlerden olan *P. nubifer* (969 birey/m^2), *C. tentans* (846 birey/m^2), *C. plumosus* (377 birey/m^2) ve *T. punctipennis* (267 birey/m^2) türlerinin m^2'de en fazla birey sayısına sahip oldukları gözlendi. Çalışmamızda yine yılda sadece bir kez döl veren (univoltin) türlerden *K. tendipediformis* (1 birey/m^2) ve

P. limbatellus (3 birey/m^2) türlerinin m^2'de en az birey sayısıyla temsil edildiği gözlendi. Bu durum literatürle de paralellik göstermekte olup, çeltik tarlalarının da doğal sulak alanlara benzer bir ekolojik yapıda olduğuna işaret etmektedir.

Oligochaeta Grubu'na ait bireyler ise, sucul ortamlarda çamuru karıştırarak biyoturbasyonu sağlamakla beraber, birçok balık ve omurgasız hayvan tarafından besin olarak tercih edildikleri için besin zincirinde de önemli rol almaktadır (Brinkhurst & Jamieson, 1971). Bu çalışmada Oligochaeta'ya ait toplam 13 takson ve ortalamada 799 birey/m^2 tespit edilmiş olup, bunlardan *H. perpusilla* ve *E. tetraedra* türleri yarı sucul formlardır (Schmelz & Collado, 2010). Dolayısıyla bu türlerin yarı sucul bir periyodu olan ve en fazla 10 cm su derinliğine sahip çeltik tarlalarında bulunmuş olması türlerin gelişimleri için çeltik tarlalarının oldukça uygun bir ekosistem özelliği gösterdiğini ispatlamaktadır. Ayrıca, Oligochaeta'dan *C. limnaei'*ye ait bireylerin Gastropoda türleriyle kommensal bir yaşam sürdükleri bilinmekte olup, örneklemelerimizin çoğunda bu bireylere Gastropoda türlerine ait kabuklar içinde rastlanmıştır. Literatürde kirliliğe karşı oldukça toleranslı bir tür olarak bilinen ve özellikle *T. tubifex* ile birlikte kirli habitatlarda sıklıkla bulunan *L. hoffmeisteri* türüne ait bireyler, Oligochaeta grubu içinde m^2'de ortalama birey sayısı bakımından (302 birey/m^2) en fazla sayıyla temsil edilmiştir (Brinkhurst & Jamieson, 1971). Bu durum araştırma alanında örneklenen çeltik tarlalarında organik kirlilik yükünün mevcut olduğunu düşündürmektedir. Oligochaeta grubu içerisinde en fazla taksona Naididae familyasının sahip olduğu (5 takson) belirlenirken, bu familyaya ait türlerin tüm dünyada olduğu gibi Trakya Bölgesi'nde de yaygın olarak bulunduğu bilinmektedir (Çamur-Elipek, Arslan, Kırgız & Öterler, 2006; Taş, Kırgız & Arslan, 2011; Taş, Çamur-Elipek, Kırgız, Arslan & Yıldız, 2012; Wetzel, Kathman, Fend & Coates, 2000).

Çalışmada tespit edilen Chironomidae ve Oligochaeta'ya ait türlere Trakya Bölgesi'ndeki iç sularda daha önce yapılan limnolojik ve taksonomik çalışmalarda da rastlandığı tespit edilmiş olup, bu durum çeltik tarlalarının habitat yapısının doğal sulak alanlardaki yapıyla benzerlik gösterdiği ve bölgedeki biyoçeşitliliğin sürdürülebilmesi açısından bu alanların önemli olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda Diğer Insecta olarak belirlenen grupta yer alan ve Coleoptera'ya ait *H. geminus* türü, ortalama olarak m^2'de en fazla birey sayısı içeren takson (1154 birey/m^2) olarak tespit edilmiş olup, bu durumun her iki örnekleme periyodunda da gözlenmiş olması (2016 yılı için 1659 birey/m^2, 2017 yılı için 648 birey/m^2), çeltik tarlalarının habitat yapısının bu türün gelişimi için uygun bir ekosistem olduğunu göstermektedir. *H. geminus* türü tıpkı çeltik tarlaları gibi sığ ve durgun olan su birikintileri, havuz ve çok yavaş akan sularda yaşayan bireylere sahip, kirliliğe ve birçok çevresel etkene karşı oldukça yüksek toleranslı bir tür olarak bilinir (Lupi vd., 2014). Bu kadar geniş toleranslı olan bu türün çalışma alanında yaygın olarak tespit edilmesi ve m^2'de ortalama olarak en fazla bireye sahip tür olması da literatüre uygunluk göstermekle birlikte, çalışma alanındaki kirlilik yükü varlığı durumunu bir kez daha vurgulamaktadır.

Ephemeroptera'ya ait tek tür olarak belirlenen *C. dipterum* ise m^2'de ortalama 80 birey/m^2 olarak belirlenirken, literatürde bu türün nimflerinin habitat olarak durgun suları tercih ettiği bildirilir (Lee, Kim, Baek, Choe & Bae, 2013). Bu türe 2017 yılında yapılan örneklemelerden ilkbahar mevsimi hariç tüm örnekleme periyotlarında rastlanmış olup, bu durumun türün multivoltin olmasından da kaynaklanabileceği söylenebilir.

Çalışmamızda sadece larvasına rastlanılan ve Coleoptera'dan Staphylinidae familyasına ait örnekler, m^2'de ortalama 2 birey/m^2 olarak tespit edilmiş olup, bu familya üyelerinin çoğunun karasal formlar olduğu, ancak çok az bir kısmının ise derinliği az olan durgun su ve su birikintilerini habitat olarak tercih ettiği bildirilmektedir (Majka, Klimaszewski & Lauff, 2008). Dolayısıyla, çeltik tarlalarının Staphylinidae üyeleri için uygun sucul alanlar olduğu ve bu bireylerin ekolojik döngüde yer alabilmeleri için çeltik tarlası ve benzeri alanların korunmasının gerektiği kanısına varılmaktadır.

Diğer Insecta Grubu'nda yer alan *H. geminus* türünden sonra m^2'de ortalama en fazla bulunan takson ise Culicidae'ye ait bireylerden oluşmakta olup, literatürde de çeltik tarlalarının sivrisinek larvaları için çok uygun alanlar olduğu bildirilir (Jacob vd., 2007). Yine Diptera'ya ait Stratiomyidae ve Ephydridae familyalarına ait birkaç cinsi, tatlı sularda yaygın olduğu ve larvalarının sığ sularda ve nemli çamurda

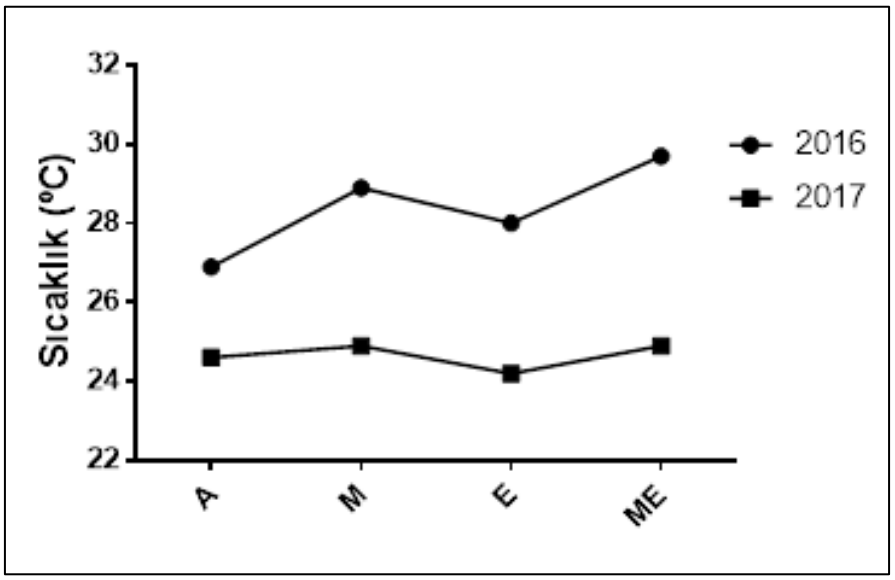
yaşamaya uyum sağladığı kaydedilmiştir (Kriska, 2009). Çalışmamızda, hem kalitatif hem de kantitatif örneklemelerde her iki taksona ait bireylere sıkça rastlanmış olup, çeltik tarlalarının bu taksonlara ait bireyler için uygun ekolojik koşullara sahip olduğu söylenebilir.

Odonata'ya ait *I. elegans* ve Hemiptera'ya ait *S. lateralis* türlerinin de yine habitat olarak nispeten daha durgun suları tercih etmekte oldukları ve kirliliğe karşı yüksek tolerans gösterdikleri bilinmektedir (Lupi vd., 2014; Villalobos-Jiménez, Dunn & Hassall, 2016). Sığ ve durgun olan çeltik ekosistemleri, bu türlerin yaşamasına uygun alanlar olup, çalışmamızda genellikle hassas türlerden ziyade toleranslı türlere rastlanmış olması, bu alanların çok fazla antropojenik kökenli kirliliğe maruz kalması nedeniyle olabileceğini düşündürmektedir. Hacet ve Çokkuvvetli (2012)'nin Edirne İli'ndeki çeltik tarlalarından kaydettiği Odonata türlerinden *I. elegans, S. fonscolombii, C. erythraea, O. albistylum, A. imperator, O. brunneum'*a bu çalışmada da rastlanmış olup, bu türlerin habitat dağılımlarında çeltik tarlalarının büyük önemi olduğunu söylemek mümkündür (Hacet & Çokkuvvetli, 2012).

Araştırmamızda Diğer Taksonlar grubunda m^2'de ortalama en fazla birey sayısına sahip takson 589 birey/m^2 ile Nematoda olarak belirlenirken, biyolojik izleme çalışmalarında model organizma olarak kullanılan ve kirliliğe toleransı yüksek olan Gastropoda'ya ait *P. acuta* bireylerine de ve tüm mevsimlerde rastlanmıştır. Malacostraca'dan *G. komareki* ve *A. aquaticus* türlerinin m^2'de ortalama sadece 1'er bireyle temsil edilmeleri ise, bu türlerin sulama suyu ile veya vektörlerle gelmiş olabileceğini düşündürmektedir.

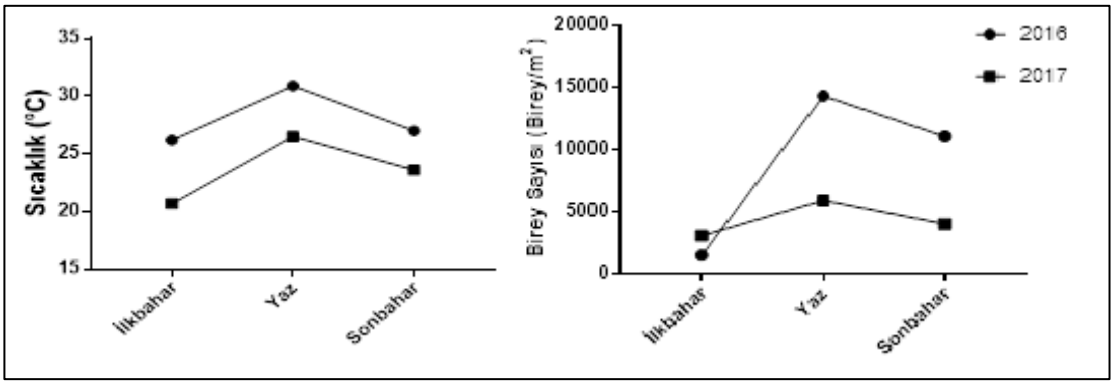
Bentik makroomurgasızlara ait veriler incelendiğinde, tespit edilen taksonların genellikle kirliliğe ve birçok çevresel etkene toleransı geniş bireyler içeren, habitat olarak sığ ve durgun suları tercih eden üyeler olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, çalışma alanının birçok farklı çevresel etkinin (pestisit, gübreler, ağır metaller gibi) yanısıra yerleşim alanlarından kaynaklı etkilere maruz kalması nedeniyle, alanda yüksek bir kirlilik yükünün olduğundan ve bunun da çeltik alanlarındaki bentik makroomurgasızlar ve dolayısıyla buna bağlı biyolojik çeşitlilik üzerinde etkili olduğundan söz etmek mümkündür.

Çalışma alanından seçilen istasyonlardan 2016 yılındaki kültivasyon sezonunda 47 takson ve $m^{2'}$de ortalama 8953 birey tespit edilirken, 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda 42 takson ve $m^{2'}$de ortalama 4317 birey tespit edilmiştir. İçerdiği takson sayısı bakımından 2016 ve 2017 yılları arasında büyük bir fark olmamasına rağmen, $m^{2'}$deki ortalama birey sayısının 2017 yılında yarı yarıya düşmesinde sıcaklığın etkili olabileceği düşünülmektedir (Şekil 5.1). Çünkü, çalışma alanında yapılan ölçümler incelendiğinde, 2017 yılı sıcaklığının 2016 yılında ölçülen sıcaklıklardan birkaç derece daha düşük olmasının, özellikle gelişimleri sıcaklığa bağlı olan insekt populasyonları üzerinde etkili olabildiğine işaret edebilir.



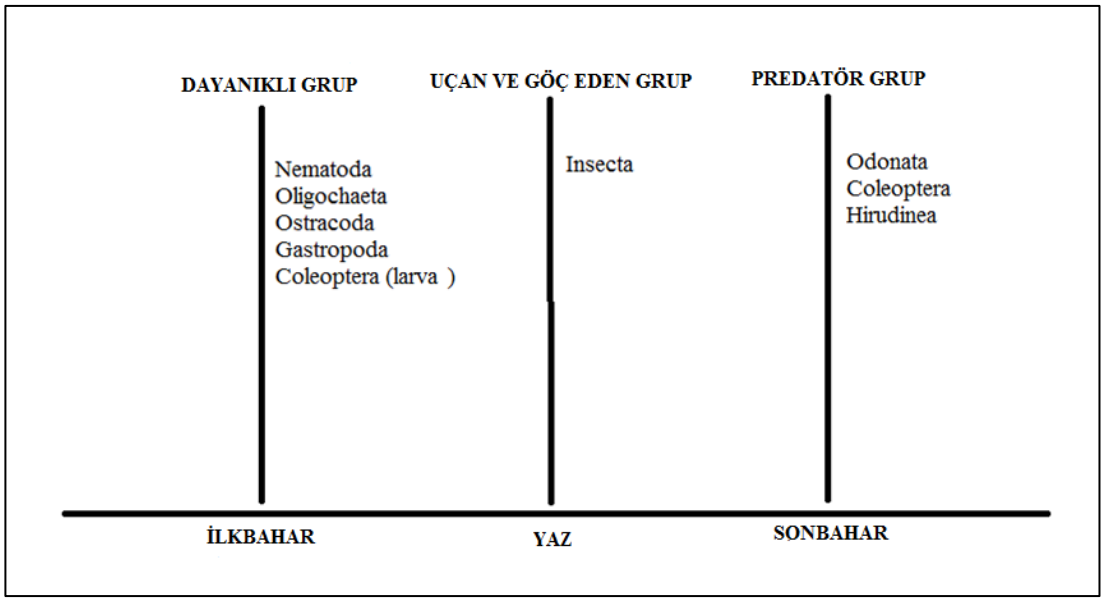
Şekil 5.1. 2016 ve 2017 Yılı Kültivasyon Dönemlerinde İstasyonlardaki Ortalama Su Sıcaklıklarında Gözlenen Değişimler

Mevsimsel açıdan bakıldığında ise, hem 2016 hem 2017 yılı kültivasyon sezonunda m^2'de en fazla birey sayısına yaz mevsiminde rastlandığı ve bunu sırasıyla sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinin takip ettiği gözlendi. Çeltik kültivasyonu sırasında, tarlalara ilk kez suyun verildiği zaman olan ilkbahar mevsiminde sedimente ilk yerleşen grupların Annelida, bazı Insecta, Ostracoda ve Branchiopoda gibi kuru fazda yumurtaları dayanıklılık gösterebilen bireyler oldukları görülür (Lawler, 2001). Çalışmamızda da ilkbahardaki örneklemelerde diğer mevsimlere oranla daha az bireyin tespit edildiği, bunun nedeninin ise henüz bentik faunanın yeni oluşmaya başlaması ve sıcaklığın daha düşük olmasından kaynaklanıyor olduğu düşünülmektedir (Şekil 5.2). Yaz mevsiminde ise bentik faunaya yeni taksonların da eklenerek ekosisteme yumurta bırakmaları ve sıcaklığın artmasıyla birlikte bu yumurtalardan bireylerin çıkmasına bağlı olarak birey ve takson sayısında artış olduğu düşünülmektedir. Sonbahar mevsiminde takson ve birey sayılarının yaz mevsimine göre daha düşük belirlenmesinin nedeninin sıcaklığın ve derinliğin nispeten azalmasının yanı sıra, predatör türlerin sayılarının artmasına bağlı olduğu söylenebilir.



Şekil 5.2. 2016 ve 2017 Yılı Kültivasyon Dönemlerinde Ortalama Sıcaklığın ve m^2'deki Birey Sayılarının Mevsimsel Değişimi

Çeltik tarlalarında sucul, yarı sucul ve kuru olmak üzere üç temel fazdan söz edilebilir. Tarlalara su verilmesiyle başlayan sucul fazda ilk olarak sulama suyuyla gelen protozoonlar, rotiferler, turberlarianlar ve mikro krustaseler dışında, yumurtalarını tarlaya bırakarak kolonizasyonu sağlayan sucul organizmaların larva, pupa ve nimfleri de yer alır (Chittapun, 2011; Kim vd., 2014). Özellikle bentik makroomurgasızların kolonizasyonu, sucul bir ekosistemde diğer canlıların da kolonizasyonuna yol açtığından, oldukça önemlidir. Sucul fazda bentik makroomurgasızlar kolonize olurken sıcaklık, iklim, av-avcı ilişkisi gibi faktörler etkilidir (Chittapun, 2011). Buna göre, bu çalışmada elde edilen bentik makroomurgasız taksonlarının çıkış sıraları incelendiğinde, üç farklı gruptan söz edilebilir: Birincisi, kolonizasyonda ilk olarak ortaya çıkan, yumurtaları bir önceki kuru fazda dayanıklılık göstererek canlı kalabilen ve çalışmamızda da ilkbahar mevsiminde bolca örneklemiş olduğumuz Nematoda, Ostracoda, Oligochaeta, Gastropoda ve Coleoptera larvalarına ait bireylerden oluşan "Dayanıklı Grup"; ikincisi, yaz periyodunda sıcaklığın da etkisiyle yaşam döngülerini tamamlayan, erginleri aktif olarak uçan ve yumurtalarını bu ekosistemlere bırakabilen Chironomidae'ye ait larvalar, Hemiptera'ya ait üyeler, Ceratopogonoidae larvaları, Culicidae larvaları, Ephemeroptera nimfleri, Ephydridae larvaları ve Stratiomyidae larvalarına ait üyelerden oluşan "Uçan ve Göç Eden Grup"; üçüncüsü genellikle predatör olup, kolonizasyonun gelişmesiyle birlikte kendine daha kolay av bulabilen Odonata nimfleri, Coleoptera erginleri ve Hirudinae üyelerine ait bireylerden oluşan "Predatör Grup" (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Çalışma Alanında Belirlenen Bentik Makroomurgasızların Mevsimsel Çıkış Sıraları

Çalışmamızda, *Hydra* sp., *S. lacustris, A. aquaticus, M. scholtzi*, Staphylinidae, *Procladius (H.)* sp., *P. limbatellus* ve Chironomidae pupasına ait bireylere sadece 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda rastlanmış olup; *S. heringianus, C. limnaei, P. longiseta, Limnodrilus* sp., *E. octoculata, Planorbis*sp., *G. komareki, S. striata, P. caesus, B. spinosus*, Ceratopogonidae, *K. tendipediformis ve P. convictum* taksonlarına ait bireyler ise sadece 2016 yılındaki kültivasyon sezonunda rastlanmasının nedeninin iklimsel faktörlerin (yağmur, rüzgar, sıcaklık), canlıların üreme periyodunu, pupadan çıkış dönemlerini ve ergin bireyleri etkilemesinin yanı sıra tarımsal uygulamalara bağlı antropojenik etkiler olabileceği düşünülür.

Meriç-Ergene Havzası'ndaki çeltik tarlalarında tespit edilen bentik makroomurgasız taksonların birbirleriyle olan ilişkilerini incelemek amacıyla yapılan Spearman Korelasyon İndeks sonuçlarına göre ilkbahar mevsiminde Oligochaeta'ya ait *T. tubifex* ile *L. hoffmeisteri* türleri arasında pozitif korelasyon ($r=1.00$, $p<0.01$) olduğu belirlenirken, bu iki türün habitat olarak kirlilik yükü fazla olan sularda birlikte sıklıkla bulundukları literatürde de bildirilir (Brinkhurst & Jamieson, 1971; Timm, 1999). Buna göre çalışmamızda bu 2 tür arasında tespit edilen pozitif korelasyonun literatüre uygunluk göstermekle birlikte, Meriç-Ergene Havzası'ndaki çeltik

tarlalarında bu iki türe sıkça rastlanmış olması, yine bu alanlarda kirlilik yükünün olduğunu düşündürmektedir.

Yine Spearman Korelasyon İndeks sonuçlarına göre, sonbahar mevsiminde Oligochaeta ile Chironomidae grupları arasında negatif korelasyon ($r= -0.773$, $p<0.05$) olduğu belirlenmiş olup, önceki çalışmalarda da Oligochaeta ile Chironomidae bireylerinin ekosistem koşulları stabil oluncaya dek birlikte kolonize olmalarına rağmen, kolonizasyonun tamamlanmasından sonra negatif bir kolerasyon içerisinde olabildikleri bildirilir (Darby, 1962; Ponyi, 1983). Bu çalışmada da iki grup arasında belirlenen negatif korelasyonun literatürde belirtilen bulgularla paralellik gösterdiği ve özellikle sonbahar mevsiminde bentoz yapılanmasının tam olarak oluşmasına bağlı olarak artan rekabet ortamında böyle bir ilişkinin oluştuğu kanısını kuvvetlendirmektedir.

Farklı özelliklere sahip olduğu düşünülen su kaynaklarıyla beslenen istasyonlardan elde edilen bentik makroomurgasızlara ait nicel veriler değerlendirildiğinde; artezyen suyu ile beslenen istasyonlardaki 2016 ve 2017 yılı kültivasyon sezonlarında elde edilen taksonların mevsimlere göre m^2'deki dağılımları açısından, 2016 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 5573 birey ve 28 takson belirlenirken, 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 1148 birey ve 19 takson tespit edildiği; Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonlardaki 2016 ve 2017 yılı kültivasyon sezonlarında taksonların mevsimlere göre m^2'deki dağılımları açısından, 2016 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 2181 birey ve 24 takson tespit edilirken, 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 1722 birey ve 31 takson tespit edildi; Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonlardaki 2016 ve 2017 yılı kültivasyon sezonlarında taksonların mevsimlere göre m^2'deki dağılımları açısından, 2016 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 7577 birey ve 23 takson tespit edilirken, 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 2751 birey ve 24 takson tespit edildi; Meriç-Ergene Nehir sularının karışımı ile beslenen istasyonlardaki 2016 ve 2017 yılı kültivasyon sezonlarında taksonların mevsimlere göre m^2'deki dağılımları açısından, 2016 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 2573 birey ve 23 takson tespit edilirken, 2017 yılındaki kültivasyon sezonunda m^2'de ortalama 3011 birey ve 21 takson tespit edildi.

Sonuç olarak, elde edilen bu veriler, sulama suyu kaynağı dikkate alınarak seçilen örnekleme istasyonları açısından incelendiğinde $m^{2'}$de ortalama en fazla birey sayısına 5164 bireyle Ergene Nehri ile beslenen istasyonlarda rastlandığı; bu sayının yüksek kirlilik toleransı olan *C. tentans* (1393 birey/m^2) ve *P. nubifer* (1104 birey/m^2) taksonlarından kaynaklandığı gözlendi. Ancak, en yüksek birey sayısına Ergene Nehri ile beslenen istasyonlarda rastlanmış olmasına rağmen, belirlenen taksonlara ait birey sayılarının aralarında büyük farklar olması nedeniyle, tür çeşitliliğinin bu istasyonlarda düşük oranlarda olduğu gözlendi ve bu durum Shannon-Wiener indeks sonuçlarıyla da desteklendi (H'=1,025) (Şekil 4.11). Artezyen suyuyla beslenen tarlalarda ise ortalama olarak 3361 birey/m^2 bulunduğu, burada da yine Ergene Nehrinde olduğu gibi taksonlara ait birey sayıları arasındaki farkların yüksek olduğu ve çeşitlilik indeks değerinin bu nedenle düşük olduğu gözlendi (H'=0,94). Meriç-Ergene Nehir karışımı ve Meriç Nehri ile beslenen istasyonlarda ise sırasıyla $m^{2'}$de ortalama 2792 ve 1953 birey olarak gözlenirken, elde edilen taksonlara ait birey sayılarının daha yakın olması nedeniyle çeşitlilik indeks değerleri daha yüksek bulunduğu (Meriç Nehri için H'=1,234; Meriç-Ergene Nehri için H'=1,215) ancak yine de bu değerlerin Shannon-Wiener İndeksi açısından çok yüksek değerler olmadığı kaydedildi (Şekil 4.11).

Örnekleme istasyonlarında tespit edilen taksonlar mevsimsel dağılımları açısından değerlendirildiğinde, bentik makroomurgasız dinamiğinin hem 2016 yılı kültivasyon döneminde hem de 2017 yılında sonbahar ve yaz mevsimlerinin birbirlerine en benzer oldukları belirlendi (benzerlik < %40). İlkbahar mevsiminde tarlalara su verildikten kısa bir süre sonra ekosisteme bentik fauna yerleşmeye başlarken gözlenen taksonların, yaz ve sonbahar mevsiminde gözlenen taksonlardan hem sayı hem de çeşitlilik bakımından daha az olduğu tespit edildi. İlkbahar mevsiminde, tarlalara sulama suyuyla gelen ya da bir önceki kültivasyon döneminden kalan dayanıklı yumurtaların gelişmesiyle ortaya çıkan taksonlar alanda gözlenirken, sıcaklığın artmasıyla birlikte yaz ve sonbahar mevsimlerinde daha fazla bentik makroomurgasız taksonunun sisteme yerleştiği gözlendi. İlkbahar mevsimindeki bentik makroomurgasız dinamiğinin yaz ve sonbahar mevsimlerindeki dağılımlardan farklı olduğu Bray-Curtis Benzerlik İndeks sonuçları da destekledi.

Dünyada çeltik ekim alanlarındaki bentik makroomurgasızlar üzerine yapılan araştırmalardan bazılarında faunanın yanı sıra, fizikokimyasal faktörlerin organizmaların dağılımlarına olan etkileri de incelenmiştir (Ali vd., 2003; Al-Shami vd., 2008; Prasetyo vd., 2016; Ponraman vd., 2016; Stenert vd., 2009; Wandscheer vd., 2017). Çalışmamızda da bentik makroomurgasızlara ait kantitatif inceleme amaçlı örneklemeler sırasında, ortamdaki bazı fizikokimyasal faktörlerin ölçülmesiyle organizmaların dağılımlarında etkili olabilecek çevresel faktörlerin değerlendirilmesi de amaçlandı. Bunun için sudaki pH, su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, iletkenlik, tuzluluk, toplam çözünmüş madde (TDS), kalsiyum, magnezyum ve toplam sertlik değerlerinin yanı sıra, besin tuzlarından nitrit azotu, nitrat azotu, toplam fosfat ve sülfat oranları belirlenmeye çalışıldı. Buna göre, sulama suyu niteliğine göre seçilen örnekleme istasyonlarıda ölçülen fizikokimyasal özelliklerin ortalama değerleri dikkate alındığında, su sıcaklığının 24,2^{0}C ile 29,7^{0}C arasında değişerek mevsim normallerinde seyrettiği ancak 2017 yılının 2016 yılındaki örnekleme periyotlarına göre birkaç derece daha düşük olduğu gözlendi. YSKYY (2016)'ya göre sıcaklık değerleri bakımından tüm istasyonların II. sınıf su kalitesinde olduğu belirlendi. Bu durumun sucul ekosistemlerde ilk 5 metreye kadar etkili olabilen ve suyu ısıtma özelliğine sahip güneş ışınları nedeniyle gerçekleşen ve sığ sucul ekosistemlerde beklenen bir durum olduğu söylenebilir (Egemen & Sunlu, 1996). Ölçülen pH değerlerinin ise minimum 7,5 ve maksimum 8,4 değerleri arasında değiştiği ve pH bakımından tüm istasyonların II. kalite sınıfında olduğu belirlendi (YSKYY, 2016). Elektrik iletkenliği değerleri ortalama olarak 726,6 µS/cm (Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonlar) ile 4400 µS/cm (Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonlar) ölçülürken, elektrik iletkenliği bakımından artezyen ve Meriç Nehir suyuyla beslenen istasyonların suları II. kalite sınıfı, Ergene Nehri ile beslenenler IV. kalite sınıfı ve Meriç-Ergene Nehri ile beslenen istasyonların suları III. kalite sınıfı olduğu gözlendi (YSKYY, 2016). Ergene Nehri ile beslenen istasyonlarda ölçülen bu yüksek iletkenlik değerinin endüstriyel faaliyetlerden kaynaklandığı düşünüldü. Tuzluluk değerleri de ‰ 0,3 (Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonlar) ile ‰2,2 (Ergene Nehri ile beslenen istasyonlar) arasında ölçülerek iletkenlik değerleri ile de paralellik göstermektedir. Toplam çözünmüş madde (TDS) ortalamalarının da en düşük 0,3 g/L (Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonlarda) ve en yüksek 2,4 g/L (Ergene Nehri ile beslenen istasyonlarda) olduğu; Ergene Nehri ile

beslenen istasyonlar hariç (III. kalite) diğer istasyonların I. kalite sınıfında olduğu belirlendi (YSKYY, 2016). Çözünmüş oksijen miktarının örnekleme süresi boyunca ortalama 3,5 mg/L ile 9 mg/L arasında değiştiği ve bunun da tüm tarlaların II. kalite sınıfında olduğu gözlendi (YSKYY, 2016). Kalsiyum miktarlarının ortalama değerinin minimum 27,4 mg/L ile maksimum 82,9 mg/L arasında seyrettiği; magnezyum değerlerinin ise ortalamada 0-11,4 mg/L arasında olduğu belirlenirken, hesaplanan toplam sertlik değerlerinin ortalamada 18,4 FSº ile 53,4 FSº arasında olduğu tespit edildi. Toplam sertlik bakımından ise artezyen ve Meriç Nehri sularıyla beslenen istasyonların suları orta sert su özelliğinde belirlenirken, Ergene Nehri suyuyla beslenenler sert su ve Meriç-Ergene Nehir sularıyla beslenen istasyonların suyu hafif sert su olarak belirlendi (YSKYY, 2016). Nitrit azotuna bazı istasyonlarda hiç rastlanmazken (artezyen ve Meriç suyu ile beslenen), en yüksek ortalama nitrit azotu değeri 0,1 mg/L olarak (Ergene ve Meriç-Ergene Nehir sularıyla beslenen istasyonlarda) olduğu ve nitrit azotu bakımından artezyen ve Meriç Nehir suyuyla beslenen istasyonların sularının I. kalite sınıfında, Ergene ve Meriç-Ergene Nehri ile beslenenlerin III. kalite sınıfında olduğu; nitrat azotu değerlerinin ise ortalamada 1,8 mg/L ile 6,4 mg/L arasında değiştiği ve tüm istasyonların I. kalite sınıfında olduğu; fosfat değerine ise ortalamada en düşük 0,2 mg/L ve en yüksek 0,5 mg/L olarak rastlanırken fosfat içeriği bakımından tüm istasyonların II. kalite sınıfında; sülfat değerleri ortalamada minimum 1 mg/L ile maksimum 5,7 mg/L olduğu ve sülfat değerleri bakımından Artezyen ve Meriç Nehri sularıyla beslenen istasyonların I. kalite sınıfında, Ergene Nehri ile beslenen istasyonların III. kalite sınıfında ve Meriç-Ergene Nehir sularıyla beslenen istasyonların ise II. kalite sınıfında olduğu tespit edildi (YSKYY, 2016) (Çizelge 5.1).

Genel olarak değerlendirildiğinde, artezyen ve Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonların su kalite sınıfları I. ve II. kalite değerlerinde tespit edilmiş olup, birbirine bu anlamda benzerlik gösterdikleri; Ergene ve Meriç-Ergene Nehri sularıyla beslenen istasyonların ise III. ve IV. kalite sınıfı değerinde olduğu ve birbirlerine benzerlik gösterdikleri tespit edildi (Çizelge 5.1). Bu durum Meriç Nehri'nin Ergene Nehri ile birleşmesinden sonra su kalitesinin düştüğü şeklinde yorumlandı.

Çizelge 5.1. Meriç-Ergene Havzası'nda Ölçülen Fizikokimyasal İçeriklerin Su Kalite Parametreleri Açısından Kalite Sınıfları (Sıc: sıcaklık, E.İ: elektrik iletkenliği, TDS: toplam çözünmüş madde, NO_2-N: nitrit azotu, NO_3-N: nitrat azotu, PO_4^{-3}: fosfat, SO_4^{-2}: sülfat, Ç.O: çözünmüş oksijen)

Parametre / İstasyon	Su Kalite Sınıfları			
	Artezyen suyu ile beslenen istasyonların su kalite sınıfı	**Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonların su kalite sınıfı**	**Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonların su kalite sınıfı**	**Meriç+Ergene Nehirleri suyu ile beslenen istasyonların su kalite sınıfı**
Sıc. (ºC)	II	II	II	II
pH	II	II	II	II
E.İ (µS/cm)	II	II	IV	III
TDS (g/L)	I	I	III	I
NO_2-N (mg/L)	I	I	III	III
NO_3-N (mg/L)	I	I	I	I
PO_4^{-3} (mg/L)	II	II	II	II
SO_4^{-2} (mg/L)	I	I	III	II
Ç. O. (mg/L)	II	II	II	II

Su sıcaklığı sucul organizmaların yumurta bırakma, yumurtadan çıkış, büyüme ve beslenme gibi önemli faaliyetlerinde direk etkili olduğu için onların sucul sistemdeki dağılımını, zenginliğini ve bolluğunu belirleyen bir parametredir (Li, Cai, Jiang & Qu, 2012; Nath, Podder & Kumar, 2017). Bu çalışmada da su sıcaklığının makroomurgasız taksonlarının dağılımıyla ilişkisinin belirlenmesi amacıyla verilere uygulanan Spearman Korelasyon İndeks sonuçlarına göre; ilkbahar mevsiminde Chironomidae'den *H. fucicola* ($r= -0.761$, $p<0.05$) ile sıcaklık arasında negatif korelasyon olduğu, yaz mevsiminde *C. mancus* ile sıcaklık arasında negatif korelasyon ($r= -0.823$, $p<0.05$) olduğu ve sonbahar mevsiminde Ceratopogonidae ile sıcaklık arasında pozitif bir korelasyon ($r=0.733$, $p<0.05$) olduğu tespit edildi.

Bentik makroomurgasızların bulundukları sucul ekosisteme adaptasyonlarını etkileyen önemli etmenlerden biri de suyun asitlik özelliğini gösteren pH'dır. Bu özellikte meydana gelebilecek değişiklikler sonucunda ortamdaki zayıf asit ve bazlar ayrışabileceğinden, bu durum birçok bileşiğin toksisitesini etkileyerek sucul ekosistemin biyolojik proseslerine yön verir. Bu da sucul organizmaların hem

dağılımını hem de çeşitliliğini etkileyebilir. Örneğin pH'nın yüksek olduğu alkali durumlarda chironomid larvalarının vücut ağırlıklarının ve vücutlarında biriktirdikleri protein miktarının olumsuz olarak etkilendiği bilinmektedir (Nath vd., 2017). Bu çalışmada pH'ın makroomurgasız taksonlarının dağılımlarıyla ilişkisini belirlemek amacıyla uygulanan Spearman Korelasyon İndeks sonuçlarına göre; yaz mevsiminde Oligochaeta'dan *L. hoffmeisteri* ile pH arasında pozitif korelasyon ($r=0.765$, $p<0.05$) olduğu saptandı. Ayrıca bunun direkt pH düşmesiyle birey sayısının da düşmesi şeklinde değil, belirli pH aralıklarının dışında kalan değerlerin bu türün dağılımında etkili olduğu şeklinde yorumlanması daha uygun olacaktır.

Sucul ekosistemlerde çözünmüş oksijen, hem organizmaların ihtiyaç duyduğu enerjiyi sağlayabilmek için vücutlarındaki karbonhidrat ve yağları okside etmesi hem de sedimentte bulunan organik maddelerin, ölü bitki ve hayvan kalıntılarının ayrışmasında rol alan bakterilerin oksijenli solunum yapabilmesi için gereklidir. Dolayısıyla organizmalar için bu kadar önemli olan oksijen, onların ortamda bulunma durumlarını da direkt etkileyerek, suyun kalitesi açısından da önemli bir parametre olmaktadır. Bu çalışmada da çözünmüş oksijenin makroomugasız taksonlarının dağılımlarıyla ilişkisini belirlemek amacıyla uygulanan Spearman Korelasyon İndeks sonuçlarına göre; ilkbahar mevsiminde Chironomidae'den *H. fucicola* ile çözünmüş oksijen arasında pozitif korelasyon olduğu ($r=0.837$, $p<0.01$); yaz mevsiminde *T. punctipennis* ile çözünmüş oksijen arasında pozitif korelasyon ($r=0.913$, $p<0.01$), *C. plumosus* ile çözünmüş oksijen arasında negatif korelasyon ($r= -0.805$, $p<0.05$) olduğu; sonbahar mevsiminde Oligochaeta'dan *E. tetraedra* ile çözünmüş oksijen arasında pozitif korelasyon ($r=0.749$, $p<0.05$) olduğu belirlendi.

Suyun elektriği iletme durumunu ve dolayısıyla sudaki çözünmüş katı konsantrasyonunun değişimini ifade eden elektrik iletkenliği, tuzluluk ve toplam çözünmüş madde değeriyle doğru orantılı olarak değişebilmektedir (Egemen & Sunlu, 1996). Bu çalışmada her iki kültivasyon dönemlerinde elde edilen iletkenlik, toplam çözünmüş madde ve tuzluluk değerleri Ergene Nehri suyuyla beslenen istasyonlarda en yüksek değerlerde ölçülmüştür (Şekil 4.8). Bunun sebebinin ise Ergene Nehri'ne sanayi atık sularının deşarjının yanı sıra tarlalara uygulanan kimyasal gübre ve pestisitlerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada da makroomurgasız taksonlarının dağılımlarıyla iletkenlik, tuzluluk ve toplam çözünmüş madde oranları

arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla uygulanan Spearman Korelasyon İndeksi'ne göre, ilkbahar mevsiminde Chironomidae'den *H. fucicola* ile iletkenlik ($r=0.736$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon olduğu; *C. plumosus* ile iletkenlik ($r= -0.753$, $p<0.05$), tuzluluk ($r= -0.759$, $p<0.05$) ve TDS ($r= -0.856$, $p<0.01$) arasında negatif korelasyon olduğu; yaz mevsiminde *V. arduennensis* ile tuzluluk ($r= -0.783$, $p<0.05$) ve TDS ($r= -0.783$, $p<0.05$) arasında negatif korelasyon olduğu; sonbahar mevsiminde Gastropoda'dan *P. acuta* ile tuzluluk ($r=0.708$, $p<0.05$) ve iletkenlik ($r=0.708$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon olduğu; *G. piscinarum* ile tuzluluk ($r=0.733$, $p<0.05$), iletkenlik ($r=0.733$, $p<0.05$) ve TDS ($r=0.751$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon olduğu; Coleoptera'dan *H. geminus* ile tuzluluk ($r=0.778$, $p<0.05$) ve iletkenlik ($r=0.778$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon olduğu belirlendi.

Suyun sertliği genel olarak suyun sabunu çöktürme özelliği olarak tanımlanmakla beraber, suların sertlik dereceleri onların endüstride, tarımda ve evlerde kullanımlarına göre değerlendirilir. Suya sertlik özelliğini kazandıran iyonlar ise genelde kalsiyum ve magnezyum iyonları ile alimünyum, demir ve mangan gibi metallerin iyonlarıdır (Egemen & Sunlu, 1996). Kalsiyum ve magnezyum elementleri su kaynaklarında alüminyum, demir ve mangan metallerinden daha fazla bulundukları için, suyun sertliğinde kalsiyum ve magnezyum iyon konsantrasyonlarının toplamı daha fazla etkilidir (Egemen & Sunlu, 1996). Ayrıca kalsiyum, kabuklu organizmaların iskeletlerinin temel yapısını oluşturmakla birlikte, tüm organizmaların metabolik süreçlerinde gerekli bir elementtir. Magnezyum ise klorofilin bileşiminde bulunduğu için özellikle fotosentetik organizmalar açısından hayati önem taşımakta ve böylece sucul ekosistemin sürdürülebilirliğini sağlamada büyük önem arz etmektedir. Örnekleme yaptığımız çeltik ekim alanlarının farklı antropojenik ve tarımsal uygulamalara maruz kalması ve sanayi atık sularının karıştığı sulama sularında yer alabilecek metaller sebebiyle her iki kültivasyon döneminde de kalsiyum ve magnezyum değerlerinde çok fazla iniş çıkışların olduğu söylenebilir (Şekil 4.8). Toplam sertlik bakımından ise artezyen ve Meriç Nehri sularıyla beslenen istayonların orta sert su özelliğinde oldukları belirlenirken, Ergene Nehri suyuyla beslenen istasyonlar sert su, Meriç-Ergene Nehir sularıyla beslenen istasyonların ise hafif sert su niteliğinde oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışmada da kalsiyum, magnezyum ve toplam sertlik değerlerinin makroomurgasız taksonlarının dağılımlarıyla ilişkisini

belirlemek amacıyla yapılan Spearman Korelasyon İndeksi sonuçlarına göre; ilkbahar mevsiminde Chironomidae'den *P. nubifer* ile magnezyum arasında pozitif korelasyon ($r=0.750$, $p<0.05$) olduğu; yaz mevsiminde *T. punctipennis* ile magnezyum ($r= -0.865$, $p<0.01$) arasında negatif korelasyon, toplam sertlik ile pozitif korelasyon ($r=0.862$, $p<0.01$) olduğu; *C. plumosus* ile toplam sertlik arasında negatif korelasyon ($r= -0.781$, $p<0.05$) olduğu; *C. mancus* ile toplam sertlik ile pozitif korelasyon ($r=0.791$, $p<0.05$) olduğu; sonbahar mevsiminde Oligochaeta'dan *A. furcatus* ile kalsiyum arasında pozitif korelasyon ($r=0.733$, $p<0.05$) olduğu; *L. hoffmeisteri* ile kalsiyum arasında pozitif korelasyon ($r=0.764$, $p<0.05$) olduğu; Ceratopogonidae ile toplam sertlik arasında pozitif korelasyon ($r=0.768$, $p<0.05$) olduğu saptandı. Bazı türlerin özellikle kabuk gelişimleri için Ca^{+2}'ya ihtiyacının olduğu bilinmesine rağmen (Gastropoda bireyleri gibi), çalışmamızda bu gruplara ait bireyler ile Ca^{+2} arasında anlamlı korelasyon saptanmadı.

Besin tuzları (nutrient), sucul ekosistemlerde fotosentez ile organik madde ve oksijen üreten fitoplankton, alg ve sucul bitkilerin büyümesinde gerekli olan maddelerdir. Besin tuzlarından azot amonyum, nitrit ve nitrat olarak suda çözünmüş gaz, çözünmüş organik bileşik veya mineral şeklinde bulunabilirler. Nitrit, amonyumun nitrata dönüşürken oluşturduğu geçici bir ara form olup, organik kirliliğin ve oksijenin düşük olduğu sularda yüksek konsantrasyonlara ulaşabilmektedir (Egemen & Sunlu, 1996). Sularda nitratın zayıf dozları kabul edilebilirken, nitritin sularda bulunması canlılar üzerinde toksik etki yapabilmektedir (Egemen & Sunlu, 1996). Besin tuzlarından sülfat ve fosfat, suyun doğal yapısında bulunabildiği gibi fosfor sularda, ölü hayvanların parçalanması sonucu organik materyalin bozulması şeklinde veya evsel ve endüstriyel kaynaklı atık sularda bulunan deterjandaki fosfattan gelir (Egemen & Sunlu, 1996). Sucul ekosistemlerin devamlılığı için gerekli olan bu nutrientlerin fazla miktarları ortamda alglerin aşırı çoğalması sonucu ötrifikasyona sebep olur (Egemen & Sunlu, 1996). Bu çalışmada, Ergene Nehir sularıyla beslenen istasyonlarda diğer istasyonlara oranla besin tuzlarındaki yüksek değerlerin bölgedeki sanayi atık sularından ve yoğun yerleşim alanlarından kaynaklı kirlenme nedeniyle olduğu ve ayrıca Ergene Nehri'nden gelen bu kirlilik yükünün Meriç Nehri su kalitesi üzerinde de etkiler yarattığı söylenebilir. Özellikle artezyen ve Meriç Nehri ile beslenen istasyonlarda nitrit azotuna rastlanmazken, Ergene ve Meriç-Ergene Nehir

sularıyla beslenen istasyonlarda nitrit azotuna rastlanması, Ergene Nehri'ndeki kirliliğin Meriç Nehri'ni etkilediği görüşünü desteklemektedir. Çalışmada ölçülen besin tuzları ile makroomurgasız taksonlarının dağılımlarıyla ilişkilerini belirlemek amacıyla uygulanan Spearman Korelasyon İndeks sonuçları değerlendirildiğinde; ilkbahar mevsiminde Oligochaeta'dan *H. perpusilla* ile nitrit azotu arasında pozitif korelasyon ($r=0.774$, $p<0.05$), Chironomidae'den *P. nubifer* ile fosfat ($r=0.776$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon olduğu; yaz mevsiminde, Oligochaeta'dan *E. tetraedra* ile nitrat azotu ($r= -0.828$, $p<0.05$) ve sülfat ($r= -0.802$, $p<0.05$) arasında negatif korelasyon olduğu; *S. lacustris* ile nitrat azotu ($r= -0.768$, $p<0.05$) arasında negatif korelasyon olduğu; Ephydridae ($r=0.850$, $p<0.01$) ve Stratiomyidae ($r=0.825$, $p<0.05$) ile nitrit azotu arasında pozitif korelasyon olduğu; Coleoptera larva ile nitrat azotu ($r=0.831$, $p<0.05$) ve sülfat ($r=0.880$, $p<0.01$) arasında pozitif korelasyon olduğu; sonbahar mevsiminde Oligochaeta'dan *E. tetraedra* ile sülfat ($r= -0.798$, $p<0.05$) ve nitrit azotu ($r= -0.733$, $p<0.05$) arasında negatif korelasyon olduğu; Gastropoda'dan *P. acuta* ile fosfat ($r=0.778$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon olduğu; Odonata'dan *O. albistylum* ile nitirit azotu ($r=0.718$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon olduğu; Coleoptera'dan *H. geminus* ile nitrat azotu ($r=0.729$, $p<0.05$) ve fosfat ($r=0.770$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon olduğu; Ceratopogonidae ile nitrat azotu ($r=0.768$, $p<0.05$) ve fosfat ($r=0.757$, $p<0.05$) arasında pozitif korelasyon olduğu saptandı.

Örnekleme istasyonlarının fizikokimyasal içerikleri açısından benzerlik durumlarını belirlemek amacıyla verilere uygulanan Bray-Curtis benzerlik indeksi sonuçlarına göre artezyen suyu, Meriç Nehir suyu ve Meriç-Ergene Nehirlerinin sularıyla beslenen istasyonların birbirlerine en benzer olduğu tespit edilirken (%89 benzerlik oranı), Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonların diğer istasyonlardan farklı olduğu tespit edildi (Şekil 4.19). Mevsimsel açıdan değerlendirildiğinde ise fizikokimyasal içerikleri açısından 2016 yılı kültivasyon döneminde sonbahar ve yaz mevsimlerinin birbirine en benzer oldukları belirlenirken (%82 benzerlik oranı; Şekil 4.21), 2017 yılı kültivasyon döneminde ise ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinin birbirlerine en benzer oldukları belirlendi (%94 benzerlik oranı; Şekil 4.21).

Meriç-Ergene Havzasındaki çeltik tarlalarından seçilen istasyonlardan alınan su ve sediment örneklerindeki bazı ağır metallere (Cd, Cu, Ni ve Mn) ait veriler

değerlendirildiğinde; su örneklerinde tespit edilen en yüksek kadmiyum oranı 0,274 mg/L olarak Meriç Nehri ve Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonlarda sonbahar mevsiminde gözlenirken; yine en yüksek nikel oranına 0,1385 mg/L ile Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonda ilkbahar mevsiminde; bakır değerine 2,4405 mg/L ile Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonda sonbahar mevsiminde; mangan miktarına 0,083 mg/L ile Meriç-Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonda sonbahar mevsiminde rastlandı. Sediment örneklerinde yapılan ağır metal analizleri açısından ise, en yüksek kadmiyum oranı 0,854 mg/L olarak Meriç-Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonlarda ilkbahar mevsiminde belirlenirken; yine en yüksek nikel oranı 1,663 mg/L ile Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonda ilkbahar mevsiminde; bakır miktarı 5,412 mg/L ile Ergene Nehri suyu ile beslenen istasyonda ilkbahar mevsiminde; mangan miktarı 18,455 mg/L ile Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonda ilkbahar mevsiminde tespit edildi. Elde edilen bu verilere göre tüm istasyonlardaki, sediment örneklerinin ağır metal içeriklerinin sudaki örneklerden daha fazla olduğu belirlendi (Şekil 4.10). Çalışma alanında tespit edilen ağır metallerin kaynağının havzadaki sanayi kuruluşlarından gelen deşarjlar nedeniyle olabileceği kanısı hakimken, özellikle gübrelerde kullanılan elementlerin de buna yol açmış olabileceği düşünüldü. Köleli & Kantar (2005) tarafından yapılan bir araştırmada da ülkemizde tarımsal amaçlı kullanılan gübrelerin kadmiyum içeriklerinin yüksek oranlarda olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle, çalışma alanındaki yüksek Cd oranlarının tarımsal uygulamalardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Su örneklerinden elde edilen ağır metal değerleri su kalite değerleri açısından YSKKY (2016)'ye göre değerlendirildiğinde ise artezyen suyu ile beslenen istasyonlardaki su örneklerinin kadmiyum açısından IV. kalite sınıfında; nikel, bakır ve mangan açısından I. kalite sınıfında olduğu; Meriç Nehri suları ile beslenen istasyonlardaki su örneklerinin kadmiyum açısından IV. kalite sınıfında; nikel, bakır ve mangan açısından I. kalite sınıfında olduğu; Ergene Nehri suları ile beslenen istasyonlardaki su örneklerinin kadmiyum ve bakır açısından IV. kalite sınıfında, nikel ve mangan açısından I. kalite sınıfında olduğu; Meriç-Ergene suları ile beslenen istasyonlardaki su örneklerinin kadmiyum açısından IV. kalite sınıfında; nikel, bakır ve mangan açısından I. kalite sınıfında olduğu görüldü (Çizelge 5.2).

Sediment örneklerinden elde edilen ağır metal değerleri Toprak Kirliliği Kontrolü yönetmeliğine göre değerlendirildiğinde, sedimentteki ağır metal değerleri müsaade edilen sınır değerleri aşmamaktadır (TKKY, 2001). Kocaman vd. (2015)'in Meriç ve Ergene Nehir sularıyla beslenen çeltik tarlalarından aldıkları çamur örneklerinde ve yine Arda vd. (2015)'nin İpsala ilçesi civarındaki çeltik tarlalarından aldıkları çamur örneklerindeki ağır metal içeriklerini araştırdıkları çalışmalarda nikel değerlerinin kritik düzeylerde olduğu kaydedildi. Bu çalışmada ise örnekleme yapılan istasyonlardan alınan sediment numunelerindeki nikel değerlerinin sınır değerleri aşmadığı tespit edildi. Meriç-Ergene Havzası'nın özellikle Ergene Nehri kıyısında (Çerkezköy-Uzunköprü istikameti) ağır sanayi siteleri yer alıyor olması havzanın yeraltı su kaynaklarıyla da etkileşimde olabileceği düşüncesini akla getirmektedir (Kocaman, vd., 2011).

Çizelge 5.2. Meriç-Ergene Havzası'nda Ölçülen Ağır Metal İçeriklerinin Su Kalite Parametreleri Açısından Kalite Sınıfları (A:Artezyen suyu ile beslenen, M:Meriç Nehri suyu ile beslenen, E:Ergene Nehri suyu ile beslenen, ME: Meriç-Ergene Nehir suları ile beslenen)

Ağır Metal / **İstasyon**	**Su Kalite Sınıfları**			
	A	**M**	**E**	**ME**
Kadmiyum	IV	IV	IV	IV
Nikel	I	I	I	I
Bakır	I	I	IV	I
Mangan	I	I	I	I

Çalışmada artezyen, Meriç Nehri, Ergene Nehri ve Meriç-Ergene Nehir suları ile beslenen istasyonlardan alınan sediment örneklerinin ağır metal konsantrasyonlarının esas alınarak uygulandığı Potansiyel Ekolojik Risk Analiz (PERİ) sonuçlarına göre, tespit edilen ağır metal içerikleri açısından tüm istasyonlar düşük ekolojik risk sınırları içinde tespit edildi. Ancak Meriç Nehri suyu ile beslenen istasyonların kadmiyum açısından orta ekolojik risk sınırları içerisinde olduğu belirlendi (Çizelge 4.15; Şekil 4.29). Kirlilik İndeks (CF) verilerine göre ise, Meriç Nehri ve Meriç-Ergene Nehir suları ile beslenen istasyonlarda yine kadmiyum açısından orta düzeyli kirlilik tespit edilirken, diğer istasyonlarda araştırılan tüm ağır metaller açısından düşük kirlilik riski bulunduğu belirlendi (Çizelge 4.16). Kirlilik Yükü İndeksi'ne (PLI) göre elde edilen değerlendirme sonuçları ise, tüm istasyonlarda ideal kirlilik yükü olduğunu gösterdi (Çizelge 4.16). Yine sedimentteki ağır metaller baz alınarak uygulanan Biyolojik Risk Analizi (BRİ) verilerine göre, tüm istasyonlar araştırılan tüm ağır metallere karşı düşük öncelik sahası sınırlarında bulundu (Çizelge 4.17; Şekil 4.30). Sedimentteki ağır metal birikimine göre hesaplanan risk analiz indeks (PERİ ve BRİ) sonuçlarına göre çeltik tarımının yarısına yakınının yapıldığı Meriç-Ergene Havzası'nda özellikle kadmiyum açısından ekolojik bir riskin bulunması söz konusudur. Bu yüksek oranların havzadaki sanayiden kaynaklandığı düşünülmekle birlikte, tarımsal uygulamaların da bunda etkili olduğunu söylemek mümkündür. Çünkü, Köleli & Kantar (2005)'in yaptığı bir çalışmada, ülkemizdeki farklı gübre fabrikalarından alınan ve tarımda kullanılan birçok gübrenin içeriğinde yüksek oranda kadmiyum tespit edildiğini bildirmektedir (Köleli & Kantar, 2005). Bu nedenle, çeltik alanlarındaki ağır metal içeriklerinin antropojenik kökenli olması ve ekosistemde makroomurgasız faunası üzerinde ekolojik risk oluşturmaları kaçınılmazdır. Ekosisteme antropojenik uygulamalarla dahil olan bu riskler uzun vadede bentik makroomurgasızlar ile bunlara bağlı olarak ekosistemdeki biyoçeşitliliği de tehlikeye sokmaktadır.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de çeltik ekim alanlarından gerek daha fazla ürün elde etmek için gerekse çeltiğe zarar veren organizmalarla ve hastalıklarla mücadele etmek için pestisit ve kimyasal gübre kullanımı oldukça yaygındır (Şener, Atılgan-Helvacıoğlu, Tokatlı, & Balkan, 2017). Pestisit kullanımı sistemin besin ağını bozmakta ve dolayısıyla kommunitelerin gelişimini olumsuz etkilemektedir. Sistemin

sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyen bu antropojenik uygulamalar çeltik ekim alanları için potansiyel ekolojik risk oluşturmaktadır. Dünyada pestisit kullanımının bentik makroomurgasızlar üzerine olan olumsuz etkileri ile ilgili yapılmış bir çok çalışma mevcuttur (Federico, Kumar, Colton, Springer & Trama, 2013; Hendawy vd., 2005; Mullie vd., 1991; Wandscheer vd., 2017; Wilson vd., 2008). Ayrıca, Mesleard vd. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, insektisitlerin larval chironomidlerin birey sayısında azalmaya neden oldukları kaydedilmiştir. Çalışmamızda ise belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinde 181 çeşit pestisitin varlığı araştırılmış olup, 21 çeşit pestisit tespit edilmiştir. Bununla birlikte bazı pestisitlerin su ve toprakta kalma süreleri oldukça uzunken, bazılarınınki 1 günden daha kısa olabilmektedir (Wandscheer vd., 2017). Dolayısıyla, pestisitlerin suda kalma süreleri de göz önüne alındığında, çalışmada tespit edilen pestisit çeşidi sayısının gerçekte daha fazla olma ihtimali vardır. Tespit edilen 21 pestisit çeşidinden 12 tanesine tüm örnekleme istasyonlarında rastlanırken, en fazla pestisit çeşidi içeren istasyonun havzanın akış yönünde mansaba en yakın olan Meriç-Ergene Nehir sularıyla beslenen istasyon olduğu gözlendi (Çizelge 4.14). Meriç-Ergene Havzası'ndaki su kaynaklarının Saroz Körfezi'ne doğru aktıkları göz önüne alındığında ve çeltik kültivasyonu sırasında pestisitli suların tarım alanlarından boşaltılarak tekrar su kaynaklarına geri verildiği düşünüldüğünde, pestisit kullanılmayan alanlara dahi bu kimyasalların yayılması ve toprakta birikmesi söz konusudur. Çalışmada tespit edilen pestisitlerin fungusit, insektisit, herbisit ve nematosit oldukları gözlenirken, Bu durumda pestistlerin bentik makroomurgasızlar üzerinde önemli bir baskı unsuru oluşturmaları kaçınılmazdır (Öğreten, 2017). Çalışma süresince pek çok örnekleme lokalitesinde toplu halde larval chironomid ölülerine özellikle pestisit uygulamalarından sonra sıkça rastlanmıştır.

Bentik makroomurgasızlar sucul ekosistemlerde gerek besin zincirindeki rolleri gerekse biyoturbasyon yapmaları sayesinde sistemin sürdürülebilirliğine katkı sağlarlar. Bu nedenle, bentik makroomurgasızlar, tıpkı doğal sulak alanlarda olduğu gibi, çeltik ekim alanları için de oldukça önemli ekosistemler olup, ekosistemdeki biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliği açısından değerli alanlardır. Çeltik tarlaları sadece bentik makroomurgasızlar için değil aynı zamanda bu alanları üreme, barınma, yumurtalarını bırakma ve besin temini için kullanan kuşlar, kurbağalar ve balıklar açısından da önem arz etmektedir (Islam vd., 2012).

Sulak alan olarak kabul edilen çeltik ekim alanlarının ve dolayısıyla içerdiği bentik makroomurgasız faunasının tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de bazı ekolojik baskılara maruz kalması kaçınılmazdır. Bu ekolojik risklerin ortaya çıkmasına sebep olan durumları ele aldığımızda küresel ısınmaya bağlı iklim değişimleri, farklı tarımsal/antropojenik uygulamalar, nüfus artışı, sanayinin artması gibi faktörlerin büyük yer kapladığı görülmektedir. Aslında her bir ekolojik risk, uzun vadede diğer bir ekolojik riski doğurmaktadır. Nüfusun artması ve buna bağlı olarak gelişen sanayi ve teknoloji, gelişen sanayi ve teknoloji ile birlikte artan kirliliğin sebep olduğu küresel ısınmanın olumsuz etkileri tüm ekosistemlerde görülmektedir. Küresel ısınmaya bağlı olarak iklimde meydana gelen değişimler çeltik ekim alanlarındaki fauna üzerinde de ekolojik risk oluşturmaktadır. Çünkü buna bağlı olarak artan hava sıcaklıkları çeltik bitkisi için zararlı olan ot, böcek ve hastalıkların artmasına yol açarak, bunlarla mücadele etmek amacıyla pestisit kullanımının artmasına yol açarken, çeltik ekim alanlarının barındırdığı biyolojik çeşitliliğe ve ürün kalitesine de zarar verebilmektedir. Bu çalışmada da tespit edildiği üzere dar bir alandan alınan su örneklerinde bile 21 çeşit pestisitin varlığının tespit edilmesi, bölgenin yoğun bir pestisit uygulamasına maruz kaldığına işaret etmektedir. Ayrıca, araştırma bölgesi olan Meriç-Ergene Havzası'nda sayıları her geçen gün artan sanayi kuruluşları ve nüfusa bağlı olarak artan evsel atıkların havzadaki su kaynaklarına deşarjı, su kirliliğini de her geçen gün arttırmakta ve bu sebeple özellikle Ergene Nehri ve kollarında ağır metal kirliliğine de sebep olmaktadır (Kocaman vd., 2015).

Çalışmamızda, çeltik tarlalarındaki bentik makroomurgasız çeşitliliği Shannon-Wiener indeks sonuçları açısından değerlendirildiğinde, oldukça düşük değerler saptanmıştır. Dolayısıyla alandaki bentik makroomurgasız faunasının dağılımı üzerinde çevresel faktörlerden kaynaklı bir ekolojik riskten bahsetmek mümkündür. Çalışmada incelenen çevresel faktörlerin baskı unsuru olarak etki durumlarının değerlendirilebilmesi için bir hipotez etki matriksi oluşturulmuş ve potansiyel ekolojik risk analizi de yorumlanmaya çalışılmıştır. Genel bir ekolojik risk profili çıkarmak ve çevresel baskı unsurlarının bentik makroomurgasız faunası üzerinde oluşturduğu potansiyel risk durumunu karşılaştırabilmek için çalışmada incelenen bazı değişkenler, oluşturulan güven aralığı ile gruplandırılarak besin tuzları, pestisitler, ağır metaller ve diğer fizikokimyasal özellikler olmak üzere 4 baskı unsuru üzerinden değerlendirildi

(Çizelge 5.3). Bu gruplar üzerine hipotetik risk analizi uygulaması için 0 ila 3 arasında rölatif puan değerlendirmesi yapıldı (Çizelge 5.4). Söz konusu faktörlerin bentik makroomurgasız gruplar üzerindeki rölatif etki değerlerinin belirlenmesinde ağır metaller için, PERİ ve BRİ indekslerinden elde edilen sonuçlardan; Besin tuzları ve diğer fizikokimyasal analizler için Spearman Korelasyon ve Shannon-Wiener's İndeks sonuçlarından; pestisitler içinse Principal Components ve Shannon-Wiener's İndeks sonuçlarından yararlanıldı. Elde edilen sonuçlar ışığında hipotez etki matriksi oluşturuldu (Çizelge 5.4). Hipotez etki matriksindeki rölatif etki değerleri formülde yerine koyularak, elde edilen sonuçlar değerlendirildi (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.3. Bentik Makroomurgasız Gruplar Üzerindeki Baskı Unsurlarının %95 Güven Aralığı Esas Alınarak Gruplandırılması

		Ortalama İçin %95 Güven Aralığı		
İstasyon	**Baskı Unsurları**	**Ortalama**	**Alt Sınır**	**Üst Sınır**
Artezyen Suyu	**Pestisit**	0,06	-0,002	0,1
	Ağır Metaller	4,7	-4,8	14,4
	Diğ.Fizikokimyasallar	107,6	-96,1	311,5
	Besin Tuzları	1,5	-1,6	4,6
Meriç Nehri	**Pestisit**	0,2	0,008	0,4
	Ağır Metaller	5,5	-3,9	14,9
	Diğ.Fizikokimyasallar	90,5	-92,9	274,1
	Besin Tuzları	1,4	-1	4
Ergene Nehri	**Pestisit**	1,4	-0,2	3,2
	Ağır Metaller	4,6	-5,7	15,1
	Diğ.Fizikokimyasallar	480,2	-593	1553,5
	Besin Tuzları	2,2	-1,9	6,3
Meriç+ Ergene	**Pestisit**	0,2	-0,01	0,4
	Ağır Metaller	4,4	-5,3	14,1
	Diğ.Fizikokimyasallar	134,3	-143,1	411,7
	Besin Tuzları	1,7	-1,1	4,5

Çizelge 5.4. Oluşturulan Hipotez Etki Matriksi ve Rölatif Değerleri

Baskı Unsurları	Kriterler			
	Oligochaeta	Chironomidae	Diğer Insecta	Diğer Taksonlar
Ağır Metaller (S1)	2	2	1	1
Besin Tuzları (S2)	2	1	1	1
Diğer Fizikokimyasallar (S3)	1	1	1	1
Pestisitler (S4)	3	3	2	1

**0: Etkisiz 1: Az Etkili 2: Etkili 3: Çok Etkili (Harris vd., 1994)*

Çizelge 5.5. Hipotetik Etki Matriksi Sonuçları

Baskı Unsurları	Kriterler				Satır Toplamı (Etki Değerlendirme)
	S1	S2	S3	S4	
S1	0	1	2	-3	0
S2	-1	0	1	-4	-4
S3	-2	-1	0	-5	-8
S4	3	4	5	0	12

Elde edilen verilere uygulanan istatistiksel analizlerin sonuçları göz önünde bulundurularak oluşturulan hipotetik ekolojik risk faktörlerinin değerlendirilmesi neticesinde, Meriç-Ergene Havzası'nda yer alan çeltik tarlalarındaki bentik makroomurgasızlar üzerinde pestisitlerin (S4) oldukça etkili olduğunu söylemek mümkündür (Çizelge 5.5). Bu etkiyi sırasıyla ağır metaller ve besin tuzlarının izlediği ve diğer fizikokimyasal özelliklerin en az etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir (Çizelge 5.5).

Literatürde, pestisit kullanımının olmadığı, organik tarıma dayalı çeltik alanlarındaki tür çeşitliliğinin daha yüksek olduğu belirtilir (Kim vd., 2009; Rizo-Patron vd., 2013; Namwory vd., 2013; Prasetyo vd., 2016; Wandscheer vd., 2017). Ayrıca, fizikokimyasal özelliklerin, çeltik alanlarındaki bentik makroomurgasız komuniteleri üzerine pestisitler kadar çok etkisi olmadığı da yine diğer bilimsel çalışmalarda da vurgulanmaktadır (Wandscheer vd., 2017). Bu nedenle, çeltik tarlalarındaki biyoçeşitlilik üzerindeki en önemli ekolojik risk faktörünün antropojenik müdahalelerden kaynaklı pestisitler olduğu söylenebilir. Kullanılan pestisitler makroomurgasız faunasına nitel ve nicel açıdan olumsuz etkiler sağlarken, ekosistemin devamlılığı için de tehlike oluşturabilirler. Bu kapsamda çiftçilerin özellikle yağışın bol olduğu zamanlarda pestisit kullanımı ile ilgili kısıtlamaya gitmesi, bilinçsiz ve gereksiz pestisit kullanımından kaçınması önerilir. Ayrıca, havzada yapılan tarımsal faaliyetler sonucu kullanılan gübre ve ilaçların yağışlarla birlikte su kaynaklarına ve yeraltı sularına ulaşmasının söz konusu olduğu da unutulmamalıdır.

Çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde, endüstriyel kirlilik yükünün daha fazla olduğu sularla beslenen istasyonlarda tür çeşitliliğinin azaldığı da Shannon-Wiener's İndeks sonuçlarında görülmektedir. Her ne kadar, çeltik tarlalarında kullanılan sulama suyunun içerdiği fizikokimyasal özelliklerin türlerin dağılımlarında kısmen etkili oldukları tespit edilse de, su kalitesinin özellikle endüstriyel kirlilik nedeniyle bozulmasının da fauna üzerinde etkili olduğu unutulmamalıdır. Özellikle, endüstriyel kirlilikten ve kullanılan gübrelerden kaynaklı ağır metallerin su kütlesinden ziyade sedimentte birikiyor olması, sucul ekosistemin dip kısmını kullanan bentik makroomurgasız üzerinde olumsuz etkilere yol açarak besin zinciri yoluyla diğer canlıların da etkilenmesine imkan verir. Bu nedenle çeltik tarlalarındaki bentik

makroomurgasız faunasının dağılımı üzerinde risk oluşturan diğer faktörler de yine antropojenik etki kaynaklı endüstriyel kirlenme ve tarımsal uygulamalarda kullanılan gübreler olarak göz önüne alınmalıdır.

Trakya'da çeltik tarımının yaygın olarak yapıldığı İpsala ilçesi ve civarında, çeltik üreticilerinin gübre ve tarım ilacı kullanımları ve tercihleri üzerine yapılan bir çalışmada, ekim işleminden önce toprak analizinin yapılmasının önemi vurgulanmıştır (Şener vd., 2017). Her coğrafik kültüre göre farklı pestisit uygulamalarının yapılabiliyor olması da göz önüne alındığında, çeltik bitkisine zarar veren organizmalarla mücadelede pestisit veya tarımsal ilaçların kullanımı yerine biyolojik kontrol uygulamalarının yaygınlaştırılması, çeltik alanlarındaki makroomurgasız biyoçeşitliliği üzerine olumlu etkiler sağlayacaktır.

Hipotetik risk analizi daha da genişletilerek, her bir risk faktörünün su kalitesi ve çeltik toprağındaki birikim durumu ile omurgasızlarla beslenen su kuşlarına ve balıklara etki dereceleri de rölatif olarak değerlendirilerek, biyosferdeki etki oranları belirlenebilir. Buna bağlı olarak belirlenen yüksek etkili ekolojik risklerin ortadan kaldırılmasıyla veya en azından önemli oranda kontrol altına alınmasıyla, bentik makroomurgasıza bağlı biyolojik çeşitliliğin bu özel sulak alan ekosistemlerinde artacağını söylemek mümkündür. Ayrıca, bentik makroomurgasız populasyonları üzerinde çeltik alanlarındaki antropojenik uygulamalardan biri olan kuru faz da göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak, iklimsel açıdan ele alındığında, çalışma alanında kuru faz dönemi çok uzun sürmemektedir. Diğer ülkelerde yapılan bir çalışmada 2 yıl boyunca susuz bırakılan tarlalarda bile, kuru fazdan sonra ilk sulu faza geçişte 40 takson sucul omurgasızın bulunabildiği bildirilmiştir (Stenert vd., 2010). Ayrıca, ekosisteme yerleşen faunanın süksesyon şeklinde devamı ve bazı türlerin dominant hale geçmemesi için kuru fazın gerekli olduğunu söylemek bile mümkündür (Lawler, 2001). Çalışmamızda da çeltik tarlaları bentik makroomurgasız kolonizasyonda ilk olarak ortaya çıkanların yumurtaları bir önceki kuru fazda dayanıklılık göstererek canlı kalabilen Nematoda, Ostracoda, Oligochaeta, Gastropoda ve Coleoptera larvalarına ait bireylerden oluştuğu; ikinci grubun ise yaz periyodunda sıcaklığın da etkisiyle yaşam döngülerini tamamlayan, erginleri aktif olarak uçan ve yumurtalarını bu ekosistemlere bırakabilen Chironomidae'ye ait larvalar, Hemiptera'ya ait üyeler, Ceratopogonoidae larvaları, Culicidae larvaları, Ephemeroptera nimfleri, Ephydridae larvaları ve

Stratiomyidae larvalarına ait üyelerden oluştuğu ve üçüncüsü grubun ise genellikle predatör olan ve kolonizasyonun gelişmesiyle birlikte kendine daha kolay av bulabilen Odonata nimfleri, Coleoptera erginleri ve Hirudinae üyelerine ait bireylerden oluştuğu saptanmıştır.

Sonuç olarak, Meriç-Ergene Havzası'ndaki çeltik tarlalarının bentik makroomurgasız faunası üzerindeki en önemli ekolojik riskin tarımsal uygulamalardan kaynaklandığı ve ürün veriminin arttırılması adına yapılan geleneksel tarımsal uygulamalar yerine alternatif uygulamaların hayata geçirilmesinin etkili sonuçlar vereceği kanaati hakim olmuştur.

Özellikle Asya ülkeleri başta olmak üzere birçok ülkede tarımsal ilaç kullanmak yerine, çeltik ekim alanlarında balık yetiştiriciliği yapılmaktadır (Bray, 1986; Fernando, 1993). Böylece, çeltik bitkisinin öz suyunu emerek veya direk bitkiyi koparark ürüne zarar veren bentik makroomurgasızlarla beslenen ve bu sayede populasyonu kontrol altında tutan balıklar, dışkıları sayesinde sisteme gübre olarak da katkı sağlarlar. Tsuruta vd. (2011) yaptıkları bir çalışmada, balık kültürü yapılan tarladan %20 daha fazla pirinç elde edildiği ve bunun da balıkların dışkısından ileri geldiği belirtilmiştir (Tsuruta, Yamaguchi, Abe & Iguchi, 2011). Ayrıca, pirinç kültivasyon sezonu sonunda toplanan balıklar, su ürünü olarak da tüketilebilirler.

Çeltik tarlalarında balık kültürü uygulaması Japonya, Tayland, Endonezya, Çin, Hindistan, Bangladeş, Vietnam, Tayvan, İtalya gibi pek çok ülkede yapılmaktadır (Halwart & Gupta, 2004). Çeltik tarımının yapıldığı alanlarda balık kültürünün uygulanması için gerekli özellikler değerlendirildiğinde, bu alanlarda su derinliğinin az, bulanıklığın fazla, sıcaklığın nispeten yüksek ve oksijenin az olduğu genellemesi göze çarpar. Bu nedenle, kültürü yapılacak olan balık türünün bu minimum koşullara toleransı olan ve yetişmekte olan çeltik bitkisine de zarar vermeyen, bentik canlılarla beslenen türler olması gerekmektedir. Ülkemizdeki çeltik tarlalarında su derinliğinin balık yetiştiriciliği için az olduğu ve ayrıca suyun azalması veya drenajı sırasında balıkların tahliye edilebileceği bir sulama kanalının olmayışının yanı sıra tarlaların kenarlarında balıkların kaçmasına engel yükseltilerin bulunmayışı, ülkemiz çeltik tarlalarının balık kültürü için modifiye edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Balık kültürü yapılan ülkelerde en fazla sazan türleri (Cyprinidae) tercih edilmekle birlikte ikinci olarak *Nile tilapia* (Nil tilipyası)'nın tercih edildiği bilinmektedir (Little, Surintaraseree, & Innes-Taylor, 1996). Japonya'da ise en fazla kültürü yapılan tür *Oryzias latipes latipes* (Japon pirinç balığı)'dir (Katano vd., 2003). Bu türlerin dışında istilacı olan İsrail sazanı (*Carassius* spp.) da minimum koşullara uyum sağlayabilen ve bentikle beslenen balık türü olup, çeltik tarlalarında kültürü oldukça fazla yapılan bir balık türüdür (Halwart & Gupta, 2004).

Ülkemizdeki çeltik ekim alanlarında balık yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için bu alanların derinliğin arttırılması, balıkların kaçmaması için tarlaların etrafındaki setlerin yükseltilmesi, çeltik tarımı metodunda kullanılan, tarladaki suyun uzaklaştırıldığı dönemlerde balıkların etraftaki su kanallarına geçişini sağlayan tahliye kanallarının sağlanarak, mevcut çeltik ekim alanlarının modifiye edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, çeltik tarlalarında balık kültürü yapmak isteyen çiftçilerin de tarlalarında gerekli düzenlemeleri yaptıktan sonra kültürü yapılacak olan balık türünü de doğru seçmeleri konusunda bilinçlendirilmeleri gerekmektedir.

Balık yetiştiriciliği dışında yaban ördekleri de çeltik ekim alanlarında biyolojik mücadelede kullanılmaktadır. Ördek kullanılan tarlalardan daha fazla pirinç elde edildiğine dair birçok çalışma mevcuttur (Mofidian & Sadeghi, 2015; Pernollet, Simpson, Gauthier-Clerca & Guillemain, 2015). Ördekler gagalama hareketleri ile hem sedimentin havalanmasını sağlamakta hem de yine bentik makroomurgasızlarla beslenerek populasyonu kontrol altına alıp, dışkıları sayesinde çeltik tarlalarının gübre ihtiyacını karşılamaktadır (Pernollet vd., 2015).

Son zamanlarda çeltik ekim alanlarında kullanılan diğer bir biyolojik mücadele yöntemi ise tarımsal ormancılıktır (agroforestry). Bu yöntemde çeltik tarlalarına ağaç ekilerek ekolojik denge kurulmaya çalışılmaktadır (Wangpakapattanawong vd., 2017). Çeltik tarlalarının kenar sınırlarına veya ortasına ekilen ağaçlar birçok kuş ve çeltiğe zarar veren predatör hayvana barınma ortamı sağlayarak pestisit kullanımını azaltmakla birlikte nutrient döngüsüne ve dökülen yaprak dal ve meyveleri sayesinde toprağın organik madde ihtiyacına da katkı sağlamaktadır (Wangpakapattanawong vd., 2017; Viswanath, Lubina, Subbanna, & Sandhya, 2018). Ayrıca ekilen ağaçlar sayesinde tarlanın su tutma kapasitesi de artmakla birlikte nitrojen bağlanması,

fotosentez, su döngüsü gibi biyolojik süreçlere de önemli katkıları bulunmaktadır. Tıpkı çeltik tarlalarında balık kültürü konusunda da belirttiğimiz gibi ekilecek ağacın da uygun olan türü seçilmelidir. Özellikle akasya türleri (*Acacia* spp.) en fazla ekilen ağaç türüdür (Wangpakapattanawong vd., 2017)

Ülkemizdeki çeltik ekim alanlarında da biyolojik mücadelede tarımsal ilaçlar ve pestisit kullanmak yerine balık veya ördek yetiştiriciliğinin yapılması uygun yöntemler olabilir. Ayrıca, çeltik tarlalarında kullanılan sulama sularının su kaynağından tarlalara aktarılmadan önce sulama havuzlarında bekletilmesinin de bentik makroomurgasız faunası ve tür çeşitliliğini olumlu yönde etkileyeceğinin dikkate alınması da önerilir (Choe vd., 2016).

Sonuç olarak, Meriç-Ergene Havzası'nda yer alan çeltik tarlalarının bentik makroomurgasız faunasının nitel ve nicel olarak ilk kez değerlendirildiği bu çalışmayla, çeltik alanlarının da önemli bir sucul ekosistem oldukları ve taksonomik çalışmalar için önemli habitatlar olduğu bir kez daha vurgulanmıştır. Ancak bu alanlar, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de küresel ısınma sebebiyle oluşan iklim değişiklikleri ve özellikle de aşırı pestisit ve kimyasal tarım ilaçları kullanımı gibi antropojenik etkiler yüzünden ekolojik risk altında olup, bu alanların biyolojik çeşitliliğinin sürdürülebilirliği açısından çeltik bitkisine zarar veren her türlü mücadelede pestisit ve kimyasal tarım ilaçları kullanımının azaltılması ve onun yerine bu alanlarda biyolojik mücadele yoluna gidilmesi, bu konuda hem çiftçilerin hem de halkın bilinçlendirilmesi ve ayrıca, ülkemizde çeltik ekim alanlarının biyoçeşitlilik envanteri üzerine yapılan bilimsel çalışmaların arttırılması önerilir.

BÖLÜM 6

KAYNAKLAR

2016 Yılı Hububat Raporu. (2016). 23 Ağustos 2018 tarihinde http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/hububatraporu2016.pdf adresinden erişildi.

Adiloğlu, A., & Kurşun, İ. (2003). Determination of suitable chemical extraction methods for avaiable zinc content of paddy soils at Thrace Region in Turkey. *Communications in Soil Science Sand Plant Analysis, 34*(17-18), 2607-2617.

Ali, M. F., Masudul, A. M., Salam, M. A., Rahman, M. M., & Rahmatullah, S. M. (2003). Abundance of benthic fauna of a post harvest rice field in Bangladesh Agricultural University Campus, Mymensingh. *University Journal of Zoology, Rajshahi University, 22*, 105-110.

Al-Shami, S. A., Rawi, C. S. M., Nor, S. A. M., & Ahmad, A. H. (2008). Distribution and abundance of larval Chironomidae (Diptera) In a rice agroecosystem in Penang, Malaysia. *Boletim do Museu Municipal do Funchal, 13*, 151-160.

Arda, H., Atılgan-Helvacıoğlu, İ., Meriç, Ç., & Tokatlı, C. (2015). İpsala İlçesi (Edirne) toprak ve pirinç kalitesinin bazı esansiyal ve toksik element birikimleri açısından değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 8*(1), 7-13.

Arkoç, O. (2012). Ergene Havzası, Çorlu–Çerkezköy kesiminde yeraltı sularındaki ağır metal kirliliğinin araştırılması. *65.Türkiye Jeoloji Kurultayı*, 2-6 Nisan, 150-151.

Armitage, P. D., Cranston, P. S., & Pinder, L. C. V. (1995). *The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-Bitting Midges.* Chapmann and Hall: London.

Atay, C., Çetin-Erdoğan, Ö., & Beyarslan, A. (2019). The Braconidae (Hymenoptera-Apocrita) of Gala Lake National Park and the surrounding area. *Turkish Journal of Zoology, 43*, 131-141.

Bahaar, S. W. N., & Bhat, G. A. (2011). Aquatic biodiversity in the paddy fields of Kashmir Valley (J and K) India. *Asian Journal of Agricultural Research, 5*(5), 269-276.

Bambaradeniya, C. N. B., Fonscka, K. T., & Ambagahawatte, C. L. (1998). A preliminary study of fauna and flora of a rice field in Kandy, Sri Lanka. *Ceylon Journal of Science (Biological Sciences), 25*, 1-22.

Bellitürk, K., Karakaş, Ö., Arabacı, O., Kocaman, P., & Gür, B. (2012). Çeltik tarımı yapılan toprakların beslenme durumlarının belirlenmesi: İpsala ve Meriç örneği. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi, 1*, 187-196.

Blumenfeld, S., Lu, C., Christophersen, T., & Coates, D. (2009). *Water, Wetlands and Forests.* A Review of Ecological, Economic and Policy Linkages. Secretarial of the Convention on Biological Diversity and Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands, CBD Technical Series No. 47.

Bouchard, R. W. (2004). *Guide to aquatic invertebrates of the Upper Midwest.* University of Minnesota: Water Resources Center.

Bray, F. (1986). *The rice economics, technology and development in Asian ssocieties.* Oxford: Basil Blackwell.

Brinkhurst, O. R. (1971). *British aquatic Oligochaeta.* Toronto: University Toronto Press.

Brinkhurst, O. R., & Jamieson, B. G. M. (1971). *Aquatic Oligochaeta of the world.* Edinburg: Oliver Boyd.

Catling, H. D. (1980). *Deepwater rice in Bangladesh: a survey of ıts fauna with special reference to ınsect pests.* Bangladesh Rice Research Institute and Overseas Development Administration of the UK (Monogram).

Chittapun, S. (2011). Fire and recovery of resting egg bank: an experimental study in paddy fields in Pathum Thani province, Thailand. *Hydrobiologia, 662*, 163–170.

Choe, L. J., Cho, K. J., Han, M. S., Kim, M. K., Choi, S. K., Bang, H. S., Jinu E. O., Na, Y. E., & Kim, M. H. (2016). Benthic macroinvertebrate biodiversity improved with irrigation ponds linked to a rice paddy field. *Entomological Research, 46*, 70–79.

Combes, S., (2010). *Protecting freshwater ecosystems in the face of global climate change.* Berlin: Freshwater.

Covich, A. P., Palmer, M. A., & Crowl, T. A. (1999). The Role of benthic invertebrate species in freshwater ecosystems. *BioScience, 49*, 2.

Cranston, P. S. (1982). *A key to the larvae of the British-Orthocladiinae (Chironomidae).* Freshwater Biological Association Scientific Publication.

Çamur-Elipek, B., Arslan, N., Kırgız, T., & Öterler, B. (2006). Benthic macrofauna in Tunca River (Turkey) and their relationship with environmental variables. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica, 34*, 360-366.

Çiçek, A., Tokatlı, C., & Köse, E. (2013). Ecological risk assessment of heavy metals in sediment of Felent Stream, Sakarya River Basin, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 45(5), 1335-1341.

Darby, R. E. (1962). Midges associated with California rice field, with special reference to their ecology (Diptera: Chironomidae). *Hilgardia, 32,* 1-206.

Dengiz, O., Gürsoy, F. E., & Sağlam, M. (2017). Aluviyal araziler üzerinde oluşmuş farklı toprakların uygun toprak işleme durumlarının belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32,* 96-104.

Dogara, A. M., & Jumare, A. I. (2014). Origin, distribution and heading date in cultivated rice. *International Journal of Plant Biology and Research, 2*(1), 1008.

Edirisinghe, J. P., & Bambaradeniya, C. N. B. (2006). Rice Fields: an ecosystem rich in biodiversity, *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, *34*(2), 57-59.

Egemen, Ö., & Sunlu, U., (1996). *Su Kalitesi Ders Kitabı,* III. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:14, İzmir. ISBN: 975-483-141-6, 148s.

Elias, M. S., Hamzah, M. S., Rahman, S. A., Salim, N. A. A., Siong, W. B., & Sanuri, E. (2014). Ecological risk assessment of elemental pollution in sediment from Tunku Abdul Rahman National Park, Sabah. *Advancing Nuclear Research and Energy Development,* 1584, 196-206.

Elliott, J. M., Humpesch, U. H., & Macan, T. T. (1988). *Larvae of the British Ephemeroptera: a key with ecological notes.* Freshwater Biological Association Scientific Publication, 49.

Epler, J. H. (2001). *Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) North and South Carolina*, North Carolina Department of Environment and Natural Resources Division of Water Quality.

Erdmenger, C., (1998). *Environmental management instruments-A guide for local authorities.* The International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI), 79, Freiburg, Germany, s. 15-26.

Erdoğan, M. A. (2012). *Büyük Menderes Havzası için ekolojik risk analizi yöntemi geliştirilmesi.* (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ergene Havzası Koruma Eylem Planı. (2013). 21 Şubat 2019 tarihinde https://www2.tbmm.gov.tr/d24/7/7-15960sgc.pdf adresiden erişildi.

Federico, R. P. V., Kumar, A., Colton, M. B. M., Springer, M., & Trama, F. A. (2013). Macroinvertebrate communities as bioindicators of water quality in conventional and organic irrigated rice fields in Guanacaste, Costa Rica. *Ecological Indicators, 29*, 68–78.

Fent, M., Kment, P., Çamur-Elipek, B., & Kırgız, T. (2011). Annotated catalogue of Enicocephalomorpha, Dipsocoromorpha, Nepomorpha, Gerromorpha, and Leptopodomorpha (Hemiptera: Heteroptera) of Turkey, with new records. *Zootaxa, 2856,* 1-84.

Fernando, C. H. (1993). Rice field ecology and fish culture: an overview. *Hydrobiologia, 259*, 91–113.

Fittkau, E. J., & Roback, S. S. (1983). *The larvae of Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic Region –Keys and diagnoses.* Entomological Scandinav Supplement 19.

Food and Agriculture Organization of the United Nation. (2011). 21 Ocak 2018 tarihindehttp://www.fao.org/search/en/?cx=018170620143701104933%3Aqq82jsfba7w&q=2011&cof=FORID%3A9 adresinden erişildi.

Frank, A. S., Anton, M. B., & Michel, B. (2011). *Introduction to ecological risk assessment.* Chapter 13, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, The Netherlands.

Friday, L. E. (1988). *A key to the adults of British water beetles.* Field Study, 7.

Gledhill, T., Sutcliffe, D. W., & Willams, W. D. (1976). *Key to British freshwater Crustacea: Malacostraca.* Freshwater Biological Association, Scientific Publication, 32.

Gökdemir, Y. (2006). *Ergene Nehri'ndeki ağır metallerin ekstraksiyon metodu ile tayini.* Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 112 s.

Gül, U., (2003). *Çeltik*. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, 3, 15, Ankara.

Gümüştekin, H., & Akın, K. (2001). Trakya Bölgesi'nde Çeltik Ekim Alanlarında Görülen Kök ve Kökboğazı Çürüklüğü (Fusarium moniliforme, Sheld) Hastalığının Mücadele İmkanları Üzerinde Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni, 41*(1-2), 67-73.

Hacet, N., & Çokkuvvetli, K. T. (2012). Records of Odonata from rice fields in the Edirne Province in Turkish Thrace. *Notulae Odonatologicae*, *7*, 89-96.

Hacet, N., Çamur-Elipek, B., & Kırgız, T. (2010). A study on the Odonate larvae of Turkish Thrace: with larval identification keys to the considered taxa. *Journal of the Entomological Research Society*, *12* (2), 57-74.

Håkanson L, (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control of sediment ecological approach. *Water Research*, 14, 974-1001.

Halwart, M., & Gupta M. V. (eds.) 2004. *Culture of fish in rice fields*. FAO and The World Fish Center, 83 p.

Han, M. S., Bang, H. S., Kim, M. H., Kang, K. K., Jung, M. P., & Lee, D. B. (2010). Distribution characteristics of water scavenger beetles (Hydrophilidae) in Korean paddy field. *Korean Journal of Environmental Agriculture, 29*, 427-433.

Han, M. S., Na, Y. E., & Bang, H. S. (2007) The fauna of aquatic invertebrates in paddy field. *Korean Journal of Environmental Agriculture, 26*, 267–273.

Harris, J. H., Wenger, R. B., Harris, A. V., & Devault, D. S. (1994). A method for assessing environmental risk: A case study of Green Bay, Lake Michigan, USA, *Environmental Management*, *18*(2), 295-306.

Heckman, C. W. (1979). *Rice field ecology in North eastern Thailand: The effect of wetland dry seasons on a cultivated aquatic ecosystem.* Netherlands: The Hague.

Hendawy, A. S., Sherıf, M. R., Abadaand, A. E., & EL-Habashy, M. M. (2005). Aquatic and semi-aquatic insects occurring in the egyptian ricefields and hazardous effect of insecticides. *Egyptian Journal of Agricultural Research, 83*(5), 493-502.

Hitt, N. P., Bonneau, L. K., Jayachandran, K. V., & Marchetti, M. P. (2015). Freshwater ecosystems and biodiversity, network of conservation educators and practitioners, center for biodiversity and conservation. *American Museum of Natural History Lessons in Conservation, 5,* 5-16.

Hook, D. D. (1993). Wetlands: history, current status, and future. *Environmental Toxicology and Chemistry, 12,* 2157–2166.

Ilie, M., Marinescu, F., Ghita, G., Anghel, A. M., Tociu, C., Popescu, I., Matei, M., Elena, H., Deák, G., Raischi, M., Cirstinoiu, C., & Bogdan, U. (2017). Spatial distribution of heavy metal contamination and ecological risk assessment in water from the Danube River. *International Journal of Environmental Science,* 2, 118-124.

Islam, Z., Heong, K. L., Catling, D., & Kritani, K. (2012). *Invertebrates in rice production systems: Status and trends.* Commission on genetic resources for food and agriculture. Background Study Paper, No:62.

İstanbulluoğlu, A., Konukcu, F., & Kocaman, İ. (2006). Trakya Bölgesi Su Kaynaklarının Geliştirilmesi ve Sulu Tarım Uygulamaları: Mevcut Verilerin Sorunların Çözümü İçin Analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3*(2), 139-152.

Jacob, B. G., Muturi, E., Halbig, P. J., Mwangangi, Wanjogu, R. K., Mpanga, E., Funes, J., Shililu, J., Githure, J., Regens, J. L., & Novak, A. J. (2007). Environmental abundance of Anopheles (Dıptera: Culıcıdae) larval habitats on land cover change sites in Karima Village, Mwea Rıce Scheme, Kenya. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 76*(1), 73–80.

Kalkman, V. J., & Van Pelt, G. J. (2006). New records of rare or uncommon dragonflies in Turkey (Odonata). *Brachytron, 10*(1), 154-162.

Karaman, G. S., & Pinkster, S. (1977). Freshwater Gammarus species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda), Part I. Gammarus pulex-group and related species. *Bijdr Dierkd, 47*(1), 1-97.

Katano, O., Hosoya, K., Iguchi, K., Yamaguchi, M., Aonuma, Y., & Kitano, S. (2003). Species diversity and abundance of freshwater fishes in irrigation ditches around rice fields. *Environmental Biology of Fishes, 66,* 107–121.

Kaya, H., Erginal, G., Çakır, Ç., Gazioğlu, C., & Erginal, A. E. (2017). Ecological risk evaluation of sediment core samples, Lake Tortum (Erzurum, NE Turkey) using environmental indices. *International Journal of Environment and Geoinformatics, 4*(3), 227-239.

Kenney, M. A., Sutton-Grier, A. E., Smith R. F., & Gresens S. E. (2009). Benthic macroinvertebrates as indicators of water quality: The intersection of science and policy. *Terrestrial Arthropod Reviews, 2*, 99–128.

Kepenekçi, İ. (2001). Türkiye için yeni iki bitki paraziti nematod türü; Pratylench oidesutahensis Baldwin, Lucand Bell ve P. variabilis Sher (Nematoda: Pratylenchhidae). *Tarım Bilimleri Dergisi, 7*(2), 42-46.

Kim, D. G., Kang, H. J., Baek, M. J., Lee, C. Y., Kim, J. G., & Bae, Y. J. (2014). Analyses of benthic macroinvertebrate colonization during the early successional phases of created wetlands in temperate Asia. *Fundamental and Applied Limnology, 184*(1), 35–49.

Kim, J. O., Lee, S. H., & Jang, K. S. (2011). Efforts to improve biodiversity in paddy field ecosystem of South Korea. *Reintroduction, 1*, 25–30.

Kim, J. S., Kim, D. I. Kim, S. G., & Kang, B. G. (2009). Biodiversity of benthic macroinvertebrate on organic rice paddy field. *Korean Journal of Organic Agriculture, 17*, 193-209.

Kim, M. H., Han, M. S., Nam, H., Kang, K. K., & Kim, M. (2012). Geological distribution of aquatic ınvertebrates living in paddy fields of South Korea. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer, 45*(6), 1136-1142.

Kobayashi, T., Noguchi, Y., Hiwada, T., Kanayama, K., & Maruoka, N. (1973). Studies on the arthropod associations in paddy fields, with particular reference to insecticidal effects on them. *Kontyu, 41*, 359-373.

Kocaman, H., Koldere-Akın, Y., & Oğuzhan, A. (2011). The effects of Ergene River's pollution on agricultural production in thrace: A case study of Edirne. *The Black Sea Journal of Science,* 2(5), 89-104.

Kocaman, I., Konukcu, F., Istanbulluoglu, A., & Albut, S. (2015). Effect of irrigation with Maritza and Ergene Rivers Water on soil contamination and heavy metal accumilation in rice crop. *Bulgarian Journal of Agricultural Science, 21*(1), 71-77.

Kocataş, A. (1992). *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*. İzmir: Ege Üniversitesi.

Komarek, A. (2003). *Check list and key to Palearctic and Oriental genera of aquatic Hydrophilidae.* JÄCII & Jl (eds.): Water Beetles of China Vol. Ill, 383 – 395.

Köleli, N., & Kantar, Ç. (2005). Fosfat kayası, fosforik asit ve fosforlu gübrelerdeki toksik ağır metal (Cd, Pb, Ni, As) konsantrasyonu. *Ekoloji, 14*(55), 1-5.

Krebs, C.J., 1999. *Ecological Methodology Addison Wesley Longman*, California: Inc., Menlo Park.

Kriska, G. (2009). *Freshwater invertebrates in Central Europe.* Dordrecht London: Springer-Verlag Wien Heidelberg New York.

Kundu, M., Sharma, D., Brahma, S., Pramanik, S., Saha, G. K. & Aditya, G. (2014). Insect predators of mosquitoes of rice fields: portrayal of indirect interactions with alternative prey. *Journal of Entomology and Zoology Studies, 2*(5), 97-103.

Kutlu, B. (2018). Dissemination of heavy-metal contamination in surface sediments of the Uzunçayır Dam Lake, Tunceli, Turkey. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 24*(8), 2182-2194.

Kükrer, S. (2016). Tortum Gölü yüzey sedimentlerindeki metal birikiminin ekolojik indeksler yolu ile kapsamlı risk değerlendirmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4*(12), 1185-1191.

Kükrer, S. (2017). Pollution, source, and ecological risk assessment of trace elements in surface sediments of Lake Aktaş, NE Turkey. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 23*(7), 1629-1644.

Kükrer, S. (2018). Vertical and horizontal distribution, source identification, ecological and toxic risk assessment of heavy metals in sediments of Lake Aygır, Kars, Turkey. *Environmental Forensics, 19*(2), 122-133.

Lawler, S. P. (2001). Rice fields as temporary wetlands: a review. *Israel Journal of Zoology, 47*(4), 513-528.

Lee, C. Y., Kim, D. G., Baek, M. J., Choe, L. J., & Bae, Y. J. (2013). Life history and emergence pattern of *Cloeon dipterum* (Ephemeroptera: Baetidae) in Korea. *Environmental Entomology, 42*(6), 1149-1156.

Leitao, S., Pinto, P., Pereira, T., & Brito, M. F. (2007). Spatial and temporal variability of macroinvertebrate communities in two farmed Mediterranean rice fields. *Aquatic Ecology, 41*, 373-386.

Li, F., Cai, Q., Jiang, W., & Qu, X. (2012). Macroinvertebrate relationships with water temperature and water flow in subtropical monsoon streams of Central China: implications for climate change. *Fundamental and Applied Limnology, 180*(3), 221–231A.

Li, L., Zheng, B., & Liu, L. (2010). Biomonitoring and bioindicators used for river ecosystems: definitions, approaches and trends. *Procedia Environmental Sciences, 2*, 1510–1524.

Little, D. C., Surintaraseree, P., & Innes-Taylor, N. (1996). Fish culture in rainfed rice fields of northeast Thailand. *Aquaculture, 140*, 295-321.

Long, E. R., Ingersoll, C. G., & MacDonald, D. D., (2005). Calculation and uses of mean sediment quality guideline quotients: a critical review. *Environmental Science & Technology, 40*, 1726–1736.

Lott, D. (2001). Ground beetles and rove beetles associated withtemporary ponds in England. *Freshwater Forum, 17*, 40-53.

Lupi, D., Jucker, C. & Rocco, A. (2014). Rice fields as a hot spot of water beetles (Coleoptera Adephaga and Polyphaga). *Redia*, XCVII, 95-112.

Lupi, D., Rocco, A., & Rossaro, B. (2013). Benthic macroinvertebrates in Italian rice fields. *Journal of Limnology, 72*(1), 184-200.

Lutz, M. C. G., Kehr, A. I., & Fernández, L. A. (2015). Abundance, diversity and community characterization of aquatic Coleoptera in a rice field of Northeastern Argentina. *Revista de Biología Tropical, 63*(3), 629-638.

Macan, T. T. (1969). *A key to the British fresh- and brackish-water Gastropods, with notes on their ecology*, Third Edition, 48 pp.

Majka, C. G., Klimaszewski, J., & Lauff, R. F. (2008). The coastal rove beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of Atlantic Canada: a survey and new records. *ZooKeys, 2*, 115-150.

Memişoğlu, H., Özkan, M., & Melan, K. (1986). Orta Anadolu Bölgesi Çeltik Alanlarında Faunistik Sürvey Çalışmaları. *Bitki Koruma Bülteni, 26*(3-4), 97-111.

Mesléard, F., Garnero, S., Beck, N., & Rosecchi, E. (2005). Uselessness and indirect negative effects of an insecticide on ricefield invertebrates. *Comptes Rendus Biologies, 328*, 955–962.

Milligian, M. R. (1997). *Identification Manual for the aquatic Oligochaeta of Florida.* Florida: State of Florida Department of Environmental Protection Tallahassee.

Mofidian, S., & Sadeghi, S. M. (2015). Evaluatıon of integrated farming of rice and duck on rice grain yield in Gilan, Iran. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, *63*(4), 1161–1168.

Molozzi, J., Hepp, L. U., & Dias, A. S. (2007). Influence of rice crop on the benthic community in Itajaí Valley (Santa Catarina, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, *19*(4), 383-392.

Mullie, W. C., Verwey, E. J., Berends, A. G., Sene, E., Koeman, J. H., & Everts, J. W. (1991). The impact of furadan 3G (Carbofuran) applications on aquatic macroinvertebrates in irrigated rice in Senegal. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, *20*, 177-182.

Namwong, N., Santasup, C. & Phalaraksh, C. (2013). *Agricultural ımpacts on aquatic ınsect communities and water quality of ırrigation in organic and conventional rice fields in chiang mai – lamphun basin.* Tayland: International Graduate Research Conference, Chiang Mai University, 194-199.

Nath, S., Podder, R., & Kumar, B. (2017). Seasonal trend of body protein and growth of Chironomid larvae. *Proceedings of the Zoological Society, 70*(1), 88-91.

Öğreten, A. (2017). *Pestisitler*. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zirai Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü/Diyarbakır, 63 s.

Özküralpli, İ. (2006). *Trakya Meriç Havzası'ndaki çeltik ekili alanlarda ürün gelişiminin çok zamanlı radar uydu görüntü verileri yardımıyla izlenmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özşahin, E. (2016). CBS kullanılarak çeltik tarımı için arazi uygunluk değerlendirmesi: Hayrabolu Deresi Havzası (Trakya Yarımadası) örneği. *Journal of Agricultural sciences, 22*, 295-306.

Özşeker, K., Seyhan, K., & Eruz, C. (2016). Ecologıcal risk assessment and spatial distribution of heavy metals in sediment and pore water around Trabzon harbor, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 8, 3125-3133.

Pernollet, A. C., Simpson, D., Gauthier-Clerca, M., & Guillemain, M. (2015). Rice and duck, a good combination? Identifying the incentives and triggers for joint rice farming and wild duck conservation. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 214*, 118–132.

Picazo, F., Moreno, J. L., & Millàn, A. (2010). The contribution of standing waters to aquatic biodiversity: The case of water beetles in southeastern Iberia. *Aquatic Ecology*, *44*(1), 205-216.

Pinder, L. C. V., & Reiss, F. (1983). *The larvae of Chironominae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic Region –Keys and diagnoses.* Entomological Scandinav Supplement 19.

Ponraman, G., Anbalagan, S., & Dinakaran, S. (2016). Diversity of aquatic insects in irrigated rice fields of South India with reference to mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, *4*(4), 252-256.

Ponyi, J. E. (1983). Quantative studies on Chironomidae and Oligochaeta in the benthos of Lake Balaton. *Archiv fur Hydrobiologie, 97*, 196-207.

Prasetyo, D. B., Koji, S., & Tuno, N. (2016). A comparison of aquatic ınvertebrate diversity between paddy fields under traditional and modern management in western Japan. *Research in Agriculture, 1*(1), 25-41.

Rizo-Patrón, V. F., Kumar, A., McCoy Coltonc, M. B., Springerd, M., & Trama, A. (2013). Macroinvertebrate communities as bioindicators of water quality in conventional and organic irrigated rice fields in Guanacaste, Costa Rica. *Ecological Indicators, 29*, 68–78.

Roger, P. A. (1996). *Biology and management of the floodwater ecosystem in rice fields.* International Rice Research Institute.

Sæther, O. A. (1980). *Glossary of Chironomid Morphology Terminology (Diptera, Chironomidae).* Sweden: Scandinavian Entomology.

Saijo, H. (2001). Seasonal prevalence and migration of aquaticinsects in paddies and an irrigation pond in Shimane Prefec-ture. *Japanese, Journal of Ecology, 51*, 1–11.

Salihoğlu, G. & Karaer, F. (2004). Ecological risk assessment and problem formulation for Lake Uluabat, a ramsar state in Turkey. *Environmental Management, 33*(6), 899–910.

Salmah, M. R. C., Siregar, A. Z., Abu Hassan, A., & Nasution, Z. (2017). Dynamics of aquatic organisms in a rice field ecosystem: effects of seasons and cultivation phases on abundance and predator-prey interactions. *Tropical Ecology, 58*(1), 177-191.

Sandhu, J. S., & Diwakar, M. C. (2014). *Rice in India: A status paper.* Patna: Directorate of rice development 250-A, Patliputra Colony.

Sarı, E., Hallı, M., & Kurt, M. A. (2016). Ergene Nehri sedimentlerinde ağır metallerin kirliliği ve potansiyel ekolojik risk değerlendirmeleri. *69. Türkiye Jeoloji Kurultayı,* 11-15 Nisan 2016.

Schmelz, R. M., & Collado, R. (2010). A guide to European terrestrial and freshwater species of Enchytraeidae (Oligochaeta). *Soil Organisms, 82*(1), 1–176.

Sebastiá-Frasquet, M. T., Altur, V., & Sanchis, J. A. (2014). Wetland planning: current problems and environmental management proposals at supra-municipal scale (Spanish Mediterranean Coast). *Water, 6,* 620-641.

Shannon, C. E. (1948), *A mathematical theory of communication.* Bell System Technical Journal, 27, 379-423.

Smith, R. J., Zhai, D., Savatenalinton, S., Kamiya, T., & Yu, N. (2018). A review of rice field ostracods (Crustacea) with a checklist of species. *Journal of Limnology, 77*(1), 1-16.

Soós, Á. (1968). Identification key to the species of the genus Erpobdella de Blainville, 1818 (Hirudinoidea: Erpoddellidae). *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici, 60*, 141-145.

Stenert, C., Bacca, R. C., Ávila, A. C., Maltchik, L., & Rocha, O. (2010). Do hydrologic regimes used in rice fields compromise the viability of resting stages of aquatic ınvertebrates? *Wetlands, 30*, 989–996.

Stenert, C., Roberta, C. B., Maltchik, L., & Rocha, O. (2009). Can hydrologic management practices of rice fields contribute to macroinvertebrate conservation in southern Brazil wetlands? *Hydrobiologia, 635*, 339–350.

Suresh, G., Ramasamy, V., Meenakshisundaram, V., Venkatachalapathy, R., & Ponnusamy, V.. (2011). Influence of mineralogical and heavy metal composition on natural radionuclide contents in the river sediments. *Applied Radiation and Isotopes, 69*, 1466–1474.

Şahin, Ü., Tunç, T., & Örs, S. (2011). Yeraltı suyu kirliliği açısından atık su kullanımı. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi,* 4 (1), 33-39.

Şener, T., Atılgan-Helvacıoğlu, İ., Tokatlı, C., & Balkan, A. (2017). Fertilizer and pesticide preferences of rice producers in İpsala district: an economic survey. *Research Journal of Agricultural Sciences, 10*(2), 33-37.

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019). 10 Eylül 2017 tarihinde http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/ResimliHaber/01180.sflb.ashx adresinden erişildi.

Taş, M., Çamur-Elipek, B., Kırgız, T., Arslan, N., & Yıldız, S. (2012). The aquatic and semi-aquatic Oligochaeta fauna of Turkish Thrace. *Journal of FisheriesSciences.com, 6*(1), 26-31.

Taş, M., Kırgız, T., & Arslan, N. (2011). Dynamics of Oligochaeta Fauna in Sazlidere Stream (Edirne, Turkey) with Relation to Environmental Factors. *Acta Zoologica Bulgarica*, *63*(2), 179-185.

Taş-Divrik, M., & Kırgız, T. (2018). Macrobenthic Fauna of the Meric River (Turkish Thrace): Composition of the community as related to water quality. *Hidrobiológica*, *28*(3): 277-285.

Taşlıgil, N., & Şahin, G. (2011). Türkiye'de çeltik (Oryza sativa L.) yetiştiriciliği ve coğrafi dağılımı. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *4*(6), 182-203.

Timm, T. (1999). *A guide to the Estonian Annelida.* Tartu-Talinn: Naturnalist‟s Handbooks 1, Estonian Acedemy Publishers.

TKKY (Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği), 2001. Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. T.C. Çevre Bakanlığı. 24609 Sayılı Resmi Gazete, 2001.

Tok, H. H., Adiloglu, A., Öner, N., Gönülsüz, E., & Adiloğlu, S. (2005). Heavy metal concentrations in irrigation waters and rice culture in the central Trakya Region. *Journal of Enviromental Protection and Ecology*, *6*(3), 550-562.

Tokatlı, C. (2014). Drinking water quality of a rice land in Turkey by statistical and GIS perspectives. *Polish Journal of Environmental Studies*, *23*(6), 2247-2258.

Tokatlı, C. (2017). Bioecological and statistical risk assessment of toxic metals in sediments of a worldwide important wetland: Gala Lake National Park (Turkey). *Archives of Environmental Protection*, *43*(1), 34–47.

Tokatlı, C., Çiçek, A., & Köse, E. (2017). Biyo – Ekolojik risk indeksleri kullanılarak Seydisuyu Havzası sediment kalitesinin değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *7*(2), 115-123.

Toprak Mahsülleri Ofisi. (2016). 21 Ağustos 2017 tarihinde http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/hububatraporu2016.pdf adresinden erişildi.

Toprak Mahsülleri Ofisi. (2017). 13 Eylül 2017 tarihinde http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/HububatRaporu2017.pdf adresinden erişildi.

Tsuruta, T., Yamaguchi, M., Abe, S., & Iguchi, K. (2011). Effect of fish in rice-fish culture on the rice yield. *Fish Science*, *77*, 95–106.

Tülek, A., Kepenekçi, İ., Evlice, E., Hekimhan, H., & Çobanoğlu, S. (2012). Türkiye'de çeltik beyaz uç nematodu (Aphelenchoides besseyi Chetistie, 1942) üzerine araştırmalar. *Tük Bilimsel Derleme Dergisi*, *5*(2), 68-71.

U.S. EPA, (1998). *Guidelines for ecological risk assessment.* Washington D.C.: Risk Assessment Forum, 114 s.

U.S. EPA, (2005). *Predicting toxicity to amphipods from sediment chemistry.* Washington D.C.: Risk Assessment Forum, 212 s.

Villalobos-Jiménez, G., Dunn, A. M., & Hassall, C. (2016). Dragon flies and damselflies (Odonata) in urban ecosystems: A review. *Europe Journal of Entomology, 113,* 217–232.

Vineetha, S., Bijoy, N. S., & Rakhi, G. K.P. (2015). Oligochaete community structure in paddy fields and channels in Kole paddy fields, Vembanad Kole wetland, India. *International Journal of Marine Science, 5*(51), 1-11.

Viswanath, S. Lubina, P. A. Subbanna, S. & Sandhya, M. C. (2018). Traditional agroforestry systems and practices: A Review. *Advanced Agricultural Research, Technology Journal*, *2*(1), 18-29.

Wandscheer, A. C. D., Marchesan, E., Santos, S., Zanella, R., Silva, M. F., Londero, G. P., & Donato, G. (2017). Richness and density of aquatic benthic macroinvertebrates after exposure to fungicides and insecticides in rice paddy fields. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, *89*(1), 355-369.

Wangpakapattanawong, P., Finlayson, R., Öborn, I., Roshetko, J.M., Sinclair, F., Shono, K., Borelli, S., Hillbrand, A., & Conigliaro, M., eds. (2017). *Agroforestry in rice-production landscapes in Southeast Asia: a practical manual.* Bogor, Indonesia: Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand & World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program.

Welch, P. S. (1948). *Limnological Methods.*, New York: Mac Graw-Hill.

Wetzel, M. J., Kathman, R. D., Fend, S. V., & Coates, K. A. (2000). *Taxonomy, systematics and ecology of freshwater Oligochaeta.* Workbook Prepared for North American Benthological Society Technical Workshop, 48th Annual Meeting, Keystone Resort, CO.

Wilson, A. L., Watts, R. J., & Stevens, M. M. (2008). Effect of different management regimes on aquatic macroinvertebrate diversity in Australian rice fields. *Ecological Research, 23,* 565-572.

Xu Z. Q., Ni S. J., Tuo X. G., & Zhang C. J. (2008). Calculation of heavy metals' toxicity coefficient in the evaluation of potential ecological risk index. *Enviromental Science and Technology, 31*(2), 112-115.

Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, Yayımlandığı Resmi Gazete, 10 Ağustos 2016 Çarşamba, Sayı: 29797.

Yıldırım, M. Z., Gümüş, B. A., Kebapçı, Ü., & Bahadır-Koca, S. (2006). The Basommatophoran Pulmonate Species (Mollusca: Gastropoda) of Turkey. *Turkish Journal of Zoology, 30*, 445-458.

Zalom, F. G. (1981). Interactions potentially affecting the seasonal abundance of selected aquatic invertebrates in a rice field habitat. *Hydrobiologia, 80,* 251-255.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Elazığ'da doğdum. İlköğretimi Elazığ Cumhuriyet İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimimi ise Elazığ Mehmet Akif Ersoy Lisesi'nde tamamladım. 2005 yılında Fırat Üniversitesi Biyoloji Bölümü'ne girerek 2009 yılında mezun oldum. 2011 yılında Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP) kapsamında Trakya Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Anabilim Dalı'na araştırma görevlisi olarak atandım, halen bu görevime devam etmekteyim. 2014 yılında "Kırklareli İli Chironomidae (Diptera) Faunası" konulu yüksek lisans tezimi tamamlayarak, aynı yıl Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda doktora programına başladım. Evli ve bir çocuk annesiyim.

TEZ ÖĞRENCİSİNE AİT TEZ İLE İLGİLİ BİLİMSEL FAALİYETLER

SCI-SSCI veya SCI Expanded Kapsamındaki Yayınları

Aydın, G. B., & Çamur-Elipek, B. (2019). Benthic macroinvertebrate diversity of rice fields in the Meriç-Ergene River Basin, Thrace, Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica,* 70 (1), 87-94.

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler

Aydın, GB., & Çamur-Elipek B. (2018). A preliminary study on heavy metal contamination in rice fields from Turkish Thrace Region. Proceedings of the 3rd World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering (CSEE'18), Budapest, Hungary – April 8 - 10, 2018, Paper No. AWSPT 124, DOI: 10.11159/awspt18.124 (Poster Bildiri).

Aydın, G.B., & Çamur-Elipek, B. (2018). The colonization period of benthic macroinvertebrates in rice fields from Turkish Thrace Region. International Agriculturel, Biological and Life Science Conference, 3rd to 5th September 2018, Edirne, (Sözlü sunum).

Aydın, G.B., & Çamur-Elipek, B. (2018). The pesticide including of the rice fields in Turkish Thrace and their effect to benthic macroinvertebrate communities. 1st International Balkan Chemistry Congress, 17-19 September 2018, Edirne, (Poster Bildiri).